

Non-governmental Organization
International Center of Scientific Research



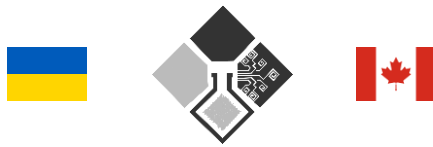
PROCEEDINGS OF THE
VIII INTERNATIONAL SCIENTIFIC
AND THEORETICAL CONFERENCE

SCIENTIFIC METHOD:
REALITY AND FUTURE
TRENDS OF RESEARCHING

29.05.2026

MONTREAL,
CANADA

SCIENTIA
COLLECTION OF SCIENTIFIC PAPERS



Non-governmental Organization
International Center of Scientific Research

SCIENTIA
COLLECTION OF SCIENTIFIC PAPERS

with the proceedings of the
VIII International Scientific and Theoretical Conference

Scientific Method: Reality and Future Trends of Researching

 May 29, 2026

 Montreal; Canada

Hosted by an authorized Crossref member with the support of the
Institute of Scientific and Technical Integration and Cooperation

Published online by Primedia E-launch LLC (USA)
Published in print by LLC UKRLOGOS Group (Ukraine)

✓ ISO 2108:2005 ✓ ISO 1086:1991 ✓ ISO 7275:1985

Montreal, 2026

UDC 082:001
S 40



The conference is included in the Academic Research Index ReserchBib International catalog of scientific conferences and registered for holding on the territory of Ukraine in UKRISTEI (Certificate № 169 dated January 26th, 2026).

Conference proceedings are publicly available under the **Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License** (CC BY-SA 4.0) at the www.previous.scientia.report.

Chairman of the Organizing Committee:

Miriam Goldenblat

International Center of Scientific Research, Ukraine

Book layout designer:

Gabriela Torres

Primedia E-launch LLC, USA

Responsible editor:

Yuliia Babych

UKRLOGOS Group Ltd., Ukraine

S 40 **Scientific method: reality and future trends of researching:** Collection of Scientific Papers «SCIENTIA» with Proceedings of the VIII International Scientific and Theoretical Conference, May 29, 2026. Montreal, Canada: International Center of Scientific Research.

ISBN 979-8-89660-285-9 (series)

DOI 10.36074/scientia-29.05.2026 

This collection presents the proceedings of the scientific conference, bringing together research papers on a wide range of contemporary academic topics. The volume highlights diverse perspectives, innovative approaches, and practical findings that reflect the current trends and challenges in global science and education. This collection is intended for students, postgraduate and doctoral candidates, educators, researchers, and professionals from diverse disciplines.

 Bowker.
BOOKWIRE



Conference proceedings are presented in **Google Books** and **Bookwire™** by **Bowker**, ensuring international availability.

UDC 082:001

ISBN 979-8-89660-285-9

© Participants of the conference, authors, 2026
© NGO International Center of Scientific Research, 2026

www.previous.scientia.report

CONTENT

SECTION 1.

ECONOMIC THEORY, MACRO- AND REGIONAL ECONOMY

CURRENT TRENDS AND OBSTACLES IN THE DEVELOPMENT OF THE GLOBAL MARKET FOR SYSTEMS INTEGRATION IN THE IT SECTOR Fedorov S.	10
РЕЗИЛЬЄНТНИЙ РОЗВИТОК МІСЬКОЇ ЕКОНОМІКИ В УМОВАХ ВІЙНИ Денисенко Н.О.	18

SECTION 2.

ENTREPRENEURSHIP, TRADE AND SERVICE SECTOR

ІННОВАЦІЙНІ АСПЕКТИ ЕФЕКТИВНОЇ МОТИВАЦІЇ ПРАЦІ Чижишин О.І.	22
---	----

SECTION 3.

MARKETING AND LOGISTICS ACTIVITIES

THE AUDIENCE INTERSECTION BOUND: A SET-THEORETIC CEILING ON CONVERSION CAPACITY INDEPENDENT OF TRAFFIC VOLUME Ivitskiy I.	25
---	----

SECTION 4.

MANAGEMENT, PUBLIC MANAGEMENT AND ADMINISTRATION

THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS A STRATEGIC LEVER FOR ENHANCING MANAGEMENT PRODUCTIVITY Medvedovska L.	28
WELL-BEING ПРАЦІВНИКІВ ЯК ЗАПОБІГАННЯ BURNOUT В СИСТЕМІ HR-МЕНЕДЖМЕНТУ ПІДПРИЄМСТВ Беляєва Н.С., Вакуленко А.О., Кравченко Л.О.	32
МІГРАЦІЙНІ ПРОЦЕСИ ЯК ФАКТОР ВІДТВОРЕННЯ ТІНЬОВОЇ ЕКОНОМІКИ Габрелян А.Ю.	35
ВИДИ КОНКУРЕНТНОЇ РОЗВІДКИ Корнілова І.М.	40
ЦІЛЬОВА АРХІТЕКТУРА КОНЦЕПЦІЇ ДЕРЖАВНОЇ МІГРАЦІЙНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ НА СЕРЕДНЬОСТРОКОВИЙ ПЕРІОД Пилипченко О.О.	44

SECTION 5. INTERNATIONAL RELATIONS

TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF THE INFORMATION POLICY OF UKRAINE IN VIEW OF INTERNATIONAL EXPERIENCE Holovko N.	49
ЗАСТОСУВАННЯ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОГО ЧИСЛЕННЯ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ РЕСУРСІВ У МІЖНАРОДНІЙ ЕКОНОМІЦІ Данильчук О.М., Балан А.В.	53
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ МІЖНАРОДНИХ КОМЕРЦІЙНИХ РИЗИКІВ НА ОСНОВІ ТЕОРІЇ ЙМОВІРНОСТЕЙ Данильчук О.М., Довженко І.Я.	59
ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ТЕОРІЇ ЙМОВІРНОСТЕЙ ДЛЯ ОЦІНКИ РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКОНОМІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ У МІЖНАРОДНОМУ БІЗНЕСІ Данильчук О.М., Манюфа А.Ю.	64

SECTION 6. LAW AND INTERNATIONAL LAW

ПРОБЛЕМИ КРИМІНАЛЬНО-ПРАВОВОЇ КВАЛІФІКАЦІЇ НЕЗАКОННОГО ПЕРЕМИЩЕННЯ ТА ДЕПОРТАЦІЇ ДІТЕЙ ПІД ЧАС ВОЄННОГО СТАНУ: МІЖНАРОДНО-ПРАВОВИЙ ТА НАЦІОНАЛЬНИЙ ВИМІР Фоменко А.Є.	68
---	----

SECTION 7. AGRICULTURAL SCIENCES AND FOODSTUFFS

ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЧНОГО ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ КРАЇНИ Дудка С.	78
АМІНОКИСЛОТНИЙ ТА МІНЕРАЛЬНИЙ СКЛАД ВОВНИ ОВЕЦЬ ЗА ВПЛИВУ БІОДЕСТРУКЦІЇ МІКРООРГАНІЗМАМИ РУНА Мотыко Н.Р., Ткачук В.М.	83

SECTION 8. GENERAL MECHANICS AND MECHANICAL ENGINEERING

DESIGN FEATURES AND RELIABILITY OF DP-TYPE FUEL PUMPS Amirov F.G., Karimli J.M., Shahbazov U.A.	86
---	----

CONSTRUCTION, OPERATION AND TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE SAW GIN MACHINE

Shodiev D.T., Yangiboyev I.B., Panjiyev O.E., Fatmagül T. 93

SYSTEMATIC ANALYSIS OF MODERN METHODS FOR INVESTIGATING SURFACE ROUGHNESS AND SURFACE QUALITY PARAMETERS IN CNC MACHINING

Yusubov N., Abbasova H., Dadashov R., Goshshuyev A. 96

ENHANCING CNC MACHINING ACCURACY THROUGH THE INVESTIGATION OF ERRORS AND FACTORS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Yusubov N., Abbasova H., Dadashov R., Rzaquliyev S. 106

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS ON SURFACE ROUGHNESS AND TOOL WEAR DURING MACHINING OF CONICAL SURFACES ON CNC LATHES

Yusubov N., Abbasova H., Dadashov R. 116

SECTION 9.

AUTOMATION AND APPLIANCES MAKING

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN UAV SYSTEMS: A FUNCTIONAL AND METHODOLOGICAL ASSESSMENT

Omarbekov S. 126

SECTION 10.

ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS

ВИКОРИСТАННЯ PLL-SPUR КОМПОНЕНТІВ ВІДЕОПЕРЕДАВАЧІВ У ЗАДАЧАХ КОГНІТИВНОГО ВИБОРУ КАНАЛУ FPV-РАДІОЛІНІЙ В УМОВАХ РАДІОЕЛЕКТРОННОГО ПОДАВЛЕННЯ

Сич М.В. 135

SECTION 11.

COMPUTER AND SOFTWARE ENGINEERING

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ПРОЕКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Степаненко А.В. 144

SECTION 12.

INFORMATION TECHNOLOGIES AND SYSTEMS

INFORMATION TECHNOLOGIES IN ENSURING ACADEMIC INTEGRITY IN DIGITAL ENVIRONMENTS

Krymska A. 147

WEB APPLICATION FOR TRACKING AND ANALYTICS OF USER BANK CARD OPERATIONS Puhach A.O.	153
---	-----

DEVELOPMENT OF A CRM SYSTEM WITH AN ANALYTICAL MODULE FOR PREDICTING PRODUCTION EFFICIENCY Sliusar K.I.	156
---	-----

ВЕБСИСТЕМА ЕЛЕКТРОННОГО ОБЛІКУ ПАЦІЄНТІВ ТА МЕДИЧНИХ ПРИЗНАЧЕНЬ Батринчук Н.	158
--	-----

SECTION 13. SOCIOLOGY AND STATISTICS

CULTIVATING OF NUMERICAL GROWTH AND QUALITATIVE DEVELOPMENT OF THE PEOPLE IN THE STRATEGY OF REVIVAL AND RISE OF THE COUNTRY Shedyakov V.E.	161
---	-----

SECTION 14. PHILOLOGY AND JOURNALISM

АВТОМАТИЗОВАНЕ ОЦІНЮВАННЯ СТУДЕНТСЬКИХ ПЕРЕКЛАДІВ АВІАЦІЙНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ: ПОТЕНЦІАЛ ШІ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ СТИЛІСТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ПЕРЕКЛАДАЧІВ Бровчук О.В.	168
--	-----

МАСАОКА ШКІ І ДЕКОНСТРУКЦІЯ КАНОНУ МАЦУО БАШЬО Вознюк Г.А.	172
--	-----

СТРАТЕГІЇ НОТУВАННЯ В ПОСЛІДОВНОМУ ПЕРЕКЛАДІ ЯК ВЗАЄМОДІЯ КОГНІТИВНОГО ТА МАТЕРІАЛЬНОГО ЗБЕРЕЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ Форманюк О.Л.	176
---	-----

БОТАНІЧНІ ТАКСОНИ У СКЛАДІ НАЗВ ЛІКАРСЬКИХ ПРЕПАРАТІВ Шевченко А.І.	179
---	-----

SECTION 15. PEDAGOGY AND EDUCATION

INTEGRATING STEM APPROACHES INTO TEACHER EDUCATION: LECTURER–STUDENT PARTNERSHIP IN PROFESSIONAL DEVELOPMENT Karapuzova N.D., Karapuzova I.V.	181
---	-----

SELF-ASSESSMENT OF MEDICAL STUDENTS' APPROPRIATIONS TOWARDS THEIR CHOSEN PROFESSION Mikheev A.	184
THEORETICAL FOUNDATIONS OF THE ACTIVITIES OF INTERNATIONAL ORGANIZATIONS IN ENSURING REGIONAL SECURITY Rahmonov N.K.	190
DIACHRONIC SEMANTIC EVOLUTION OF THE LEXEME LOYALTY IN ENGLISH Umurzakova A.	193
COMMUNICATIVE TRAINING OF CADETS IN THE SYSTEM OF TEACHING FOREIGN LANGUAGES BASED ON THE RESULTS OF EMPIRICAL RESEARCH Yefimova O., Zhytska S., Betsko O., Braievska A., Buha S.	197
ФОНЕТИЧНІ ВИКЛИКИ ТА ШЛЯХИ ЇХ ПОДОЛАННЯ (НА МАТЕРІАЛІ НІМЕЦЬКОЇ МОВИ ПІСЛЯ АНГЛІЙСЬКОЇ) Бондаренко Е.С.	201
ФОРМУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ІНОЗЕМНИХ МОВ У КОНТЕКСТІ СУЧАСНИХ ОСВІТНІХ РЕФОРМ Кочубей Н.П.	203
МЕТА НАВЧАННЯ МОРСЬКОЇ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ У ЗВО У КОНТЕКСТІ КОМПЕТЕНТНІСНОГО ПІДХОДУ Писаревська В.А., Костроміна О.В.	207
ПЕРІОДИЗАЦІЯ ПАТРІОТИЧНОГО ВИХОВАННЯ В УКРАЇНІ У ХХ-ХХІ СТОЛІТТЯХ: СУЧАСНИЙ СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ Цісар Д.В.	211

SECTION 16.

PSYCHOLOGY AND PSYCHIATRY

ГЕНДЕРНІ ОСОБЛИВОСТІ ЛІДЕРСТВА В БІЗНЕС-СЕРЕДОВИЩІ Апельт Г.В., Івашина В.О.	213
ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА МЕНТАЛЬНЕ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ Салиган О.С.	216
ПСИХОЛОГІЧНА СТІЙКІСТЬ (РЕЗИЛЬЄНТНІСТЬ) ЯК НАВИЧКА ВИЖИВАННЯ Спичак К.А.	220

SECTION 17.

MEDICAL SCIENCES AND PUBLIC HEALTH

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN CARDIOLOGY: NEW OPPORTUNITIES FOR EARLY DIAGNOSIS AND CLINICAL DECISION-MAKING Efendi Shelale Oktay	223
---	-----

CHEMICAL MECHANISMS FOR MAINTAINING BLOOD pH Kostiv A., Kostiv M., Kovalenko M.	232
A FULLY PREOPERATIVE CT-BASED RISK SCORE FOR PREDICTING CLINICALLY RELEVANT PANCREATIC FISTULA AFTER PANCREATODUODENECTOMY Супонов О.М.	234
ПАТОГЕНЕТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ КАРДІОРЕНАЛЬНОГО СИНДРОМУ ПРИ ХРОНІЧНІЙ СЕРЦЕВІЙ НЕДОСТАТНОСТІ: ПОЗАЦІЛЬОВІ ЕФЕКТИ ГЛІФЛОЗИНІВ Сівак П.М., Боровська К.В., Александрова Т.М.	237
ВИКОРИСТАННЯ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ ДОБАВОК ТА СПОРТИВНОГО ХАРЧУВАННЯ СЕРЕД СТУДЕНТІВ-МЕДИКІВ: БІОХІМІЧНІ АСПЕКТИ Сіліна С.Г.	240
ПРОГНОЗИ ПРИ КО-ІНФЕКЦІЇ ВІЛ/SARS-CoV-2: РИЗИКИ ЛЕТАЛЬНОСТІ ТА ТЯЖКОГО ПЕРЕБІГУ Юрко К.В., Приймак Д.В., Винокурова О.М., Соломенник Г.О.	243

SECTION 18.

PHARMACY AND PHARMACOTHERAPY

CONCEPTUAL PRINCIPLES FOR THE FORMATION OF A PROFESSIONAL REGULATION MODEL FOR PHARMACIST Benaouija I.	247
---	-----

SECTION 19.

PHYSICAL CULTURE, SPORTS AND PHYSICAL THERAPY

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ АДАПТОВАНИХ РУХЛИВИХ ІГОР У РОБОТІ З УЧНЯМИ З РОЗЛАДАМИ АУТИЧНОГО СПЕКТРА Удовицький С.В., Колупасєв К.Є.	250
---	-----

SECTION 20.

ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION

IMPROVING WOOD CARVING INSTRUCTION IN SPECIALIZED SCHOOLS THROUGH MODERN EDUCATIONAL TECHNOLOGIES Jabbarov R.R., Abdurashidxonova M.B.	253
ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ НАТУРНОГО ОБСТЕЖЕННЯ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД З МЕТОЮ ВИЗНАЧЕННЯ МАТЕРІАЛЬНОЇ ШКОДИ Мотиль О.О.	263

SECTION 21. CULTURE AND ART

PACKAGING WITH ELEMENTS OF SHOCK VISUAL EFFECT Maslak V.I.	266
ПЕДАГОГІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ З ПОЛІСТИЛІСТИЧНИМ РЕПЕРТУАРОМ ЯК ОСНОВА ІНТЕРПРЕТАЦІЙНОЇ МОБІЛЬНОСТІ ВИКОНАВЦЯ- ІНСТРУМЕНТАЛІСТА Білова Н.К.	270
СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ В ДЕКОРАТИВНОМУ ЖИВОПИСІ Вакулєнко О.В., Манзенко І.В.	274
ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ОРГАНІЗАЦІЙНОЇ РОБОТИ ХОРЕОГРАФІЧНОГО КОЛЕКТИВУ Зелєна А.Ю.	281
ХОРЕОГРАФІЯ ЯК ЗАСІБ РОЗВИТКУ ДІТЕЙ ТА ПІДЛІТКІВ Науменко А.П.	285

SECTION 1.

ECONOMIC THEORY, MACRO- AND REGIONAL ECONOMY

Fedorov Sergii 

PhD student

*Department of Business Economics and Entrepreneurship,
Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman, Ukraine*

CURRENT TRENDS AND OBSTACLES IN THE DEVELOPMENT OF THE GLOBAL MARKET FOR SYSTEMS INTEGRATION IN THE IT SECTOR

Abstract. *This article analyzes the current state and evolution of the global system integration market in the information technology sector. In the context of accelerated digital transformation, system integration has outgrown the framework of a purely technical function, turning into a strategic mechanism necessary for building coordinated digital ecosystems and ensuring the sustainable development of modern organizations. The study identifies key global trends that determine market growth: the transition to cloud and hybrid architectures, the active implementation of artificial intelligence and machine learning, increased cybersecurity requirements, the development of Industry 4.0 and the transition to service business models "everything as a service". In parallel, the article examines critical systemic obstacles, such as the shortage of highly qualified personnel, high dependence on global technology vendors, the growth of capital-intensive projects and the instability of global supply chains. The author argues that to maintain long-term competitiveness, system integrators must transform into strategic digital partners, focusing on the development of intellectual capital and the creation of their own platform solutions. The study concludes that the future of the industry is connected with the implementation of hybrid intelligent technologies, which will determine the appearance of the next generation among intelligent integration.*

Keywords: *system integration, IT sector, digital transformation, artificial intelligence, cloud computing, global market trends, strategic management*

Introduction.

In the context of the accelerated digital transformation of the global economy [1], the market for system integration in the field of information technology is gaining strategic importance for ensuring the sustainable development of enterprises, state institutions and international business structures. Modern organizations operate in an environment of high technological complexity, where management efficiency directly depends on the ability to combine disparate software, hardware, communication and management solutions into a single, coordinated digital and competitive ecosystem [2]. System integration is the mechanism that ensures the inter connection between various IT components, allows you to synchronize business processes, increase productivity, reduce operational risks and form the

basis for further innovative development. The global system integration market has been demonstrating steady growth dynamics in recent years, which is due to the active implementation of artificial intelligence technologies [3], cloud computing, big data, the Internet of Things, cybersecurity, process robotization, digital management platforms and intelligent analytical systems. The transition from traditional local IT architectures to hybrid [4], distributed and platform management models requires a qualitatively new level of integration solutions. At the same time, system integrators cease to perform exclusively the technical function of infrastructure solution providers and become full-fledged strategic business partners that ensure the comprehensive transformation of corporate management systems.

This issue becomes particularly relevant in the context of global instability caused by geopolitical conflicts, pandemic consequences, energy crises, logistical disruptions [5] and the intensification of other threats (including in the IT sector). These factors significantly change the structure of demand for system integration services, form new requirements for flexibility, resilience to failures, security and adaptability of IT infrastructures. At the same time, competition between international and regional players in the service market [6] is intensifying, which requires rethinking the development strategies of service companies (especially in the field of system integration) and finding new models for ensuring their effectiveness.

At the present stage, scientific research in the field of system integration is focused mainly on the technical aspects of implementing digital solutions, while the issues of strategic management of the development of integration companies, the formation of competitive advantages, adaptation to global market transformations and the assessment of long-term sustainability factors remain insufficiently developed. This is especially true of the analysis of global trends that determine the direction of evolution of the system integration market in the medium and long term.

In this regard, the study of current trends and problems of the global system integration market in the IT sector is of significant scientific and practical interest. It allows you to identify key drivers of industry growth, identify structural barriers to development, assess the impact of digitalization on the transformation of business models of integration companies and form a methodological basis for improving the strategic management of enterprises in this sector.

MAIN PART.

System integration is a set of organizational and technological measures invested in combining various information, software, hardware and telecommunications components into a single functionally coordinated system that

ensures the achievement of the strategic goals of the organization . Unlike the simple supply of IT solutions, system integration involves deep adaptation of the technological infrastructure to the specifics of the enterprise's business processes, including architecture design , implementation, support, modernization and ensuring cyber resilience.

In the modern economy, system integration is becoming a critically important element of digital transformation. It ensures the transition from fragmented automation of individual functions to building a holistic digital model of organization management. It is especially important for large industrial enterprises, the financial sector, logistics, healthcare, public administration, energy and telecommunications, where a high degree of interdependence of processes requires continuous data exchange and centralized management of information flows.

The system integration market includes a wide range of services: integration of corporate information systems (ERP, CRM, SCM, HRM), construction of data centers, implementation of cloud platforms, automation of production processes , development of solutions in the field of cybersecurity , digitalization of document flow, integration of IoT infrastructures, intelligent analytics and intelligent analytics.

In fact, system integrators become intermediaries between technology manufacturers and end users of digital solutions, ensuring not only the technical implementation of projects, but also reducing investment risks, increasing the efficiency of implementing innovations and achieving a sustainable competitive advantage for customers.

One of the most significant trends is the transition to cloud and hybrid architectures of IT infrastructure management . Companies are increasingly abandoning local solutions in favor of hybrid models that combine private cloud, public cloud and edge computing. This requires new approaches to system integration, ensuring platform compatibility and managing distributed data.

The second important direction is the active implementation of artificial intelligence and machine learning technologies. Modern integrators are no longer limited to classic process automation, but offer intelligent decision support systems, predictive analytics , automated resource management and intelligent cyber protection. Integration of AI solutions is becoming one of the fastest growing segments of the global market.

The third trend is the rapid development of cybersecurity as a mandatory element of integration projects. The increase in the number of cyberattacks, increased requirements for personal data protection and strengthening of

international regulation (GDPR, NIS2, ISO/IEC 27001, etc.) require system integrators to form comprehensive security-by-design solutions built into the project architecture at the design stage.

The fourth direction is the development of Industry 4.0 and the industrial Internet of Things. Manufacturing enterprises are moving to digital factories, intelligent equipment monitoring, automated production cycle management and digital twins. This significantly expands the demand for comprehensive integration solutions in the industrial sector.

The fifth trend is the strengthening of the service business model (XaaS - Everything as a Service), when system integrators move from a project revenue model to a model of long-term customer service support. This changes the financial architecture of integrators' businesses, increases the importance of customer loyalty and requires the development of their own managed services.

Finally, an important factor is the growing importance of the ESG agenda and sustainable development. Energy-efficient data centers, "green" IT infrastructures, reducing the carbon footprint of digital solutions and sustainable supply chains are becoming part of the competitive strategy of global system integrators.

Despite the high growth rates, the system integration market faces a number of systemic problems. One of the key ones is the shortage of highly qualified personnel. The development of AI, DevOps, cybersecurity, cloud engineering, enterprise architecture requires a new generation of specialists, whose training significantly lags behind market demand. Competition for talented personnel is becoming a factor that limits the scaling of integrators' businesses.

A serious problem remains high dependence on global technology vendors. The largest software and infrastructure solution manufacturers actually determine the market architecture, creating risks of vendor lock-in, limiting the technological independence of customers and increasing the asymmetry of the negotiating positions of system integrators.

A significant challenge is the growth of the cost of digital transformation. Integration projects are becoming increasingly capital-intensive, require long implementation times and are accompanied by high risks of budget overruns. For customers, this increases investment barriers, and for integrators, the risks of project inefficiency.

A separate problem is the instability of global equipment supply chains. Geopolitical restrictions, sanctions regimes, semiconductor shortages, logistical failures and currency volatility significantly complicate the implementation of large infrastructure projects.

In addition, the problem of regulatory fragmentation of the international market is increasing . Differences in security standards, data protection, equipment certification and data localization requirements complicate the international expansion of system integrators and increase transaction costs.

Accelerated obsolescence of technologies is becoming a serious risk. Technological update cycles are shortening, which requires constant investment in R&D, personnel retraining and transformation of internal business processes of integrator companies.

In modern conditions, the key factor for sustainable development is the transition from the technology vendor model to the client's strategic digital partner model. This involves the development of consulting expertise, industry specialization and the ability to participate in the formation of the customer's digital strategy.

The most important direction is the development of the intellectual capital of integrator companies: human, organizational and client. Investments in professional expertise, corporate knowledge bases, internal training platforms and knowledge management systems are becoming the basis for long-term competitiveness.

Of particular importance is the formation of one's own product ecosystem: platform solutions, managed services, industry- specific SaaS models and proprietary software. This allows you to reduce dependence on external vendors and increase business margins.

No less important is the development of international partner networks and strategic alliances . Cooperation with global technology leaders, universities, innovation centers and startups provides access to new technologies and accelerates the innovation cycle.

For countries with developing economies, a promising direction is to support national system integrators through state programs for digitalization , import substitution of critical infrastructure and stimulation of technological sovereignty.

CONCLUSIONS.

The study showed that the global market for system integration in the field of information technologies is one of the key segments of the modern digital economy, which ensures the practical implementation of the processes of digital transformation of enterprises, industries and state management systems. System integration is not just a technical tool for combining IT components, but a strategic mechanism for forming sustainable , adaptive and intelligent business models.

It was established that the modern development of the market is determined by a number of sustainable global trends: the transition to cloud and hybrid

architectures, the active implementation of artificial intelligence, increased requirements for cybersecurity, the development of Industry 4.0, the expansion of the XaaS service model and the growing importance of ESG factors. These trends significantly transform the traditional business models of system integrators and require a qualitative review of approaches to the strategic management of their development.

At the same time, it was found that the market faces serious structural constraints: a shortage of qualified specialists, high dependence on global technology vendors, increasing capital intensity of projects, instability of supply chains, regulatory fragmentation of international regulation and accelerated obsolescence of technological solutions. These problems create a high level of strategic uncertainty and increase the requirements for managerial flexibility of integrator companies.

It is proven that ensuring the long-term competitiveness of system integrators is possible provided that the transition from the traditional project model to the model of strategic digital partnership with the client, the development of intellectual capital, the formation of own platform solutions, the expansion of international cooperation and the strengthening of innovative activity. A special role in this process is played by the ability of enterprises to form sustainable organizational knowledge and transform it into a source of strategic advantages.

Thus, the further development of the global system integration market will be determined not only by technological innovations, but also by the quality of management decisions, the level of organizational maturity of companies and their ability to adapt to the rapidly changing digital environment. The prospects for further research should be focused on the development of methodological approaches to assessing the effectiveness of the development of system integrator companies, as well as the formation of models for strategic management of their intellectual capital in the context of global digital competition.

PROSPECTS FOR FURTHER RESEARCH.

Prospects for further research in the field of the global market of system integration in the field of information technologies are associated with the deepening of the digital transformation of the economy, the complexity of corporate IT systems and the development of intelligent management of business processes. System integration is gradually going beyond the classical combination of software and hardware solutions and is transforming into an intelligent management environment, where hybrid intelligent technologies are starting to play a key role.

Of particular relevance is the study of hybrid intelligent technologies [7], which is a combination of artificial intelligence, machine learning, expert systems, big

data analytics, digital twins, robotic process automation (RPA), cloud platforms and cybersecurity technologies. Such systems provide not only information processing, but also adaptive management decision-making under conditions of high uncertainty.

For system integrator companies, this opens up new opportunities for the formation of competitive advantages: the transition from the implementation of individual projects to the creation of intelligent digital ecosystems capable of self-learning, self-optimization and proactive management. This becomes especially important in the context of the development of Industry 4.0, Smart Enterprise and platform economy.

A promising area of research is the development of methodological approaches to assessing the effectiveness of the use of hybrid intelligent technologies. It is important to form a system of indicators that will allow assessing not only financial results, but also the level of intellectual maturity of the company, the stability of the digital infrastructure, the quality of organizational learning and innovative potential.

Special attention is required for the integration of artificial intelligence into the strategic management of system integrators, including project portfolio management, risk forecasting, resource allocation and development of client relationships based on intelligent analytics.

Also important areas are intellectual capital management, ensuring cyber resilience of hybrid digital systems, as well as the impact of ESG factors on the development of the system integration market. For Ukraine, the development of national models of system integration in the context of technological sovereignty, digital security and post-war economic recovery is of particular importance.

Thus, further research should be aimed at the transition from traditional system integration to a new generation of intelligent integration based on hybrid intelligent technologies, which will determine the competitiveness of system integrators and the sustainable development of the digital economy.

References:

1. Ostapenko T., Onopriienko D., Hrashchenko I., Palyvoda O., Krasniuk S., Danilova E. (2022) Research of impact of nanoeconomics on the national economic system development. *Innovative development of national economies: collective monograph*. - Kharkiv: PC TECHNOLOGY CENTER, 2022, pp. 46-70, <https://doi.org/10.15587/978-617-7319-64-0.CH2>
2. Naumenko, M. A. (2024). Formuvannia konkurentnoi pozytsii pidpriemstva na zasadakh tsyfrovoho marketynhu [Formation of a competitive position of the enterprise based on digital marketing]. *Biznes Inform*, (5), 380–388 [In Ukrainian].
3. Naumenko, M., & Hrashchenko, I. (2024). Suchasnyi shtuchnyi intelekt v antykryzovomu upravlinni konkurentnyh pidpriemstvamy ta kompanihamy [Modern artificial intelligence in anti-crisis management of competitive enterprises and companies]. *Grail of Science*, (42), 120-137. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.02.08.2024.015> [In Ukrainian].

4. M. Krasnyuk, S. Goncharenko, S. Krasniuk (2022) Intelektualni tekhnolohii v hibrydnoi korporatyvnoi SPPR [Intelligent technologies in hybrid corporate DSS (on the example of Ukraine oil&gas production company)]. *Innovation and investment mechanism for ensuring the country's competitiveness: collective monograph / by general ed. O. L. Khultsova.* – Lviv-Torun: League-Pres, 2022. – pp. 194-211 [in Ukrainian].
5. Krasnyuk, M. T. and Kustarovskiy, O. D. (2017). Research, adaptation of methods and perfection of models of financial analysis of enterprises of transport industry in the current crisis conditions of Ukraine. *Modeling and information systems in economics*, vol. 93, pp. 175–195.
6. Hrashchenko, I. S. (2011). Problemy ta osoblyvosti prohnozuvannya na pidpriemstvakh sfery posluh [Problems and features of forecasting at service enterprises]. *Ekonomichnyi visnyk Donbasu - Economic Bulletin of Donbass*, (3(25)), 175-179. https://www.evd-journal.org/download/2011/2011-3/Ek_visnyk_3_2011.pdf [In Ukrainian].
7. Krasnyuk, M. (2014). Hibrydzatsiia intelektualnykh metodiv analizu biznesovykh danykh (rezhym vyjavlennia anomalii) yak skladovyi instrument korporatyvnoho audytu [Hybridization of intelligent methods of business data analysis (anomaly detection mode) as a standard tool of corporate audit]. *Stan i perspektyvy rozvytku oblikovo-informatsiinoi systemy v Ukraini - The state and prospects of the development of the accounting and information system in Ukraine: materials of the III International science and practice conf.* [m. Ternopil, October 10-11. 2014]. TNEU, 2014. pp. 211-212 [in Ukrainian].

Денисенко Наталія Олегівна 

канд. екон. наук, доцент, доцент кафедри міського господарства
Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

РЕЗИЛЬЄНТНИЙ РОЗВИТОК МІСЬКОЇ ЕКОНОМІКИ В УМОВАХ ВІЙНИ

Повномасштабна війна стала складним випробовуванням для системи міського розвитку України. Значна частина міст зазнала руйнування житлової, транспортної, енергетичної та соціальної інфраструктури. За оцінками міжнародних організацій, війна спричинила масштабні економічні втрати для українських міст. Загальний обсяг прямих збитків інфраструктури України вже перевищив 150 млрд доларів. [1]

Найбільших руйнувань зазнали міста східних та південних регіонів України. У деяких громадах рівень пошкодження житлового фонду перевищив 40-60%. Значних втрат зазнали транспортні мережі, системи водопостачання, об'єкти соціальної інфраструктури та промислові підприємства. За даними Світового банку, понад 10% житлового фонду України було пошкоджено або зруйновано [1]. Це суттєво вплинуло на функціонування міської економіки та ринок праці.

Водночас відносно безпечні місті центру та заходу України стали осередками внутрішньої міграції, гуманітарної підтримки, релокації бізнесу та концентрації ресурсів для економічного відновлення держави. У 2022-2024 роках було релоковано понад 800 великих та середніх підприємств [1]. Найбільше підприємств прийняли Львів, Івано-Франківськ, Тернопіль, Ужгород, Хмельницький. Це сприяло збільшенню місцевих бюджетних надходжень, розвитку ринку нерухомості, створенню нових робочих місць та формуванню нових виробничих кластерів. Наприклад, у Львові у 2023 році кількість зареєстрованих суб'єктів підприємництва зросла приблизно на 18%, а надходження до міського бюджету - більш ніж на 20% порівняно з довоєнним періодом.

У таких умовах традиційні підходи до управління міською економікою виявилися недостатньо ефективними. [2,3] Виникла необхідність переходу до моделей, які поєднують кризове управління, адаптивність, економічну стійкість та стратегічне планування повоєнного розвитку. Як раніше зазначалось, в Україні ще не існує єдиного державного стандарту ДСТУ для оцінювання резильєнтності міст та універсальної моделі резильєнтного

розвитку міської економіки [4,5]. Нова модель міської економіки повинна орієнтуватись не лише на відновлення втрат, але й на структурну модернізацію міст, розвиток інновацій, цифровізації та підвищення резильєнтності територій [6,7].

Мета дослідження - розроблення моделі адаптивно-резильєнтного розвитку міської економіки в умовах війни та повоєнного відновлення для обґрунтування механізмів її подальшої практичної реалізації.

Для забезпечення ефективного функціонування міста в умовах війни та повоєнного відновлення пропонується модель адаптивно-резильєнтного розвитку. Модель представляє собою комплексну систему управління міською економікою, що забезпечує адаптивність економіки міста, стійкість до кризових факторів, швидке відновлення інфраструктури, залучення інвестицій, інтеграцію цифрових технологій та соціальну стабільність території.

Модель базується на п'яти взаємопов'язаних блоках та враховує принципи резильєнтного розвитку міст [8]. Кожен блок передбачає розрахунок відповідних індексів (див. рис.1).

Індекс економічної стійкості (ІЕС) міста включає показники рівня диверсифікації бізнесу, стабільності інвестицій, економічної диверсифікації та рівня вразливості міста.

Просторовий індекс відновлення (ПІВ) складається з показників рівня відновлення інфраструктури, модернізації транспорту, енергоефективності, рівня руйнувань.

Індекс інвестиційної привабливості (ІІП) території оцінює обсяг фінансування, рівень інфраструктурної готовності, цифровізацію сервісів, безпекові ризики.

Індекс соціальної стійкості (ІСС) включає рівень повернення населення, зайнятість, соціальну інтеграцію, міграційний відтік.

Індекс ефективності управління (ІЕУ) містить дані про рівень цифровізації, відкритість інформації, громадську участь, рівень кризових ризиків.

Запропонована модель може застосовуватись для оцінювання рівня готовності міста до повоєнного розвитку. Наприклад, інтегральний індекс резильєнтності міста (ІР) може визначатись як:

$$ІР = 0.25(ІЕС) + 0.2(ПІВ) + 0.2(ІІП) + 0.15(ІСС) + 0.2(ІЕУ)$$

Інтерпретація показника:

ІР < 0,4 - критичний стан міської системи;

0,4 – 0,6 - нестабільне відновлення;

0,6 – 0,8 - адаптивне функціонування;

> 0,8 - високий рівень резильєнтності.



Рис. 1. Структура моделі адаптивно-резильєнтного розвитку

Висновки. Модель адаптивно-резильєнтного розвитку дозволяє застосовувати комплексний підхід до розвитку міської економіки, інтегрувати економічні та просторові рішення, можливість GIS-інтеграції, підтримку стратегічного планування. Модель орієнтована на сталий розвиток та адаптивна для різних типів міст.

Практичне застосування моделі сприятиме формуванню конкурентоспроможних, безпечних та стійких міст у повоєнний період. Модель може використовуватись органами місцевого самоврядування, проєктними інституціями, міжнародними фондами та дослідницькими центрами.

Список використаних джерел:

1. *Ukraine - fifth rapid damage and needs assessment (RDNA5) : February 2022 - december 2025*. (б. д.). World Bank. <http://documents.worldbank.org/curated/en/099022026094036395>
2. Вакуленко, В., & Орлатий, М. (2008). *Управління сучасним містом*. НАДУ.
3. Amirzadeh, M., Sobhaninia, S., & Sharifi, A. (2022). Urban resilience: A vague or an evolutionary concept? *Sustainable Cities and Society*, 81, 103853. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.103853>
4. Денисенко, Н. (2026). Методологічні підходи оцінки резильєнтності економіки міста. У *Technologies and strategies for the implementation of scientific achievements* (с. 21–23). <https://previous.scientia.report/index.php/archive/issue/view/27.02.2026>
5. Денисенко, Н. (2026). Інноваційні моделі формування резильєнтної міської економіки. *Просторовий розвиток*, (16), 516–525. <https://library.knuba.edu.ua/books/zbirniki/29/2026/пр16.pdf>
6. *Urban recovery framework | UN-Habitat*. (2022). UN-Habitat - A Better Urban Future | UN-Habitat. <https://unhabitat.org/urban-recovery-framework>
7. Антоненко, Н. В. (2025). Принципи формування просторової резильєнтності міських територій. *Scientific Bulletin of Kherson State University Series Geographical Sciences*, (22), 7–16. <https://doi.org/10.32999/ksu2413-7391/2025-22-1>
8. Лещух, І. (2024). Еволюція теоретичних підходів до дослідження соціально-економічної резильєнтності країни та регіонів в умовах нестабільності. *Економіка та суспільство*, (61). <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-61-50>

SECTION 2.

ENTREPRENEURSHIP, TRADE AND SERVICE SECTOR

Чижишин Оксана Ігорівна 

канд. екон. наук,

доцент кафедри фундаментальних та спеціальних дисциплін
*Чортківський навчально-науковий інститут підприємництва і бізнесу
Західноукраїнського національного університету, Україна*

ІННОВАЦІЙНІ АСПЕКТИ ЕФЕКТИВНОЇ МОТИВАЦІЇ ПРАЦІ

У роботі комплексно досліджено теоретико-методичні засади та прикладні аспекти мотивації та сучасні інструменти стимулювання, виявлено ключові проблеми неефективного використання трудового потенціалу.

Дослідженням ефективності мотиваційних чинників, які сприяють підвищенню продуктивності праці та зростанню ефективності виробництва займалися такі вчені: Бабенко Д. О. [1], Герасимова В. О. [3], Леміш К.М. [4], Лівощко Т. В. [5].

Мета роботи полягає у розробці науково обґрунтованих рекомендацій щодо удосконалення системи мотивації для підвищення загальної ефективності бізнесу. ПРАЦІ

Мотивація персоналу є стратегічним інструментом управління, що визначає якісні та кількісні результати діяльності організації, впливаючи на її конкурентоспроможність і фінансову ефективність. [4]

Завше основними напрямками в дослідженні мотиваційних чинників було вивчення причин зниження продуктивності праці, професійного вигорання персоналу та високої плинності кадрів через застарілі системи оцінки ефективності.

Проте, як зазначав Ф. Герцберг, матеріальна винагорода не гарантує високого рівня внутрішньої мотивації: її відсутність викликає незадоволення, проте сама по собі вона не стимулює до активності [5, с.60].

Найчастішими проблемами в ефективному управлінні персоналом є фінансово-економічні. Дуже часто керівники прагнучи знизити собівартість продукту економлять на оплаті праці і на мотиваційних чинниках. Вони аргументують низьку заробітню плату поганими показниками прибутковості, конкурентоздатності продукту, низьким попитом і т.д. з цього виходить, що

відсутність гнучкості у прив'язці до ключових показників ефективності знижує бажання працівників перевершувати норму.

Багато проблем в ефективному управлінні та мотивуванні виникає через неправильний стиль управління. Мікромеджмент та авторитарний підхід пригнічують ініціативу, перетворюючи працівників на пасивних виконавців. Навіть достатні матеріальні стимулятори, але неправильне моральне заохочення, як наприклад застаріле і неефективне "дошка пошани" чи грамота не забезпечують потреби реальної можливості кар'єрного зростання. Надання можливості підвищення по посаді закриває одночасно і матеріальну і моральну сторону мотивації.

Для подолання кризових явищ в управлінні персоналом, як вважає Герасимова В. О. та Сидоренко В. О. «Конкурентоспроможність персоналу є об'єктивною умовою розвитку, оскільки забезпечує високий рівень конкурентоспроможності підприємства та стає найкращою формою соціального захисту працівника на підприємстві та ринку праці через забезпечення економічних і соціальних переваг» [3, с. 64].

Ми теж вважаємо, що поняття конкурентоздатності та успішності бізнесу тісно пов'язане з належним рівнем задоволення фінансових та соціальних потреб працівників.

Такі дослідники ефективного управління як Бабчинська О. І. вважає, що саме «Впровадження безперервного розвитку персоналу у повсякденну діяльність вітчизняних суб'єктів господарювання можливе лише за умов попереднього створення ґрунтового теоретичного та методичного забезпечення даного процесу» [2, с. 172].

Матеріальна база повинна включати базову конкурентну ставку, відсотки від продажів, бонуси за виконання ключових показників ефективності та соціальний пакет. Фінансова сторона мотивації залишається головним фундаментом для більшості працівників, забезпечуючи їхню базову безпеку та залученість.

Нематеріальними стимулами є гнучкий графік, можливості для навчання (тренінги, курси), публічне визнання досягнень, комфортний офіс та корпоративні заходи.

Відкрита комунікація з керівництвом, відсутність мікромеджменту та довіра суттєво знижують професійне вигорання чим покращують психологічний клімат в колективі.

Важливим є правильне оцінювання ефективності мотиваційних чинників.

Оцінка дієвості мотиваційної політики вимагає регулярного аналізу внутрішніх метрик підприємства. Для того, щоб зрозуміти, чи працюють ваші

інструменти, варто спиратися на такі показники:

1. Рівень плинності кадрів ((R_{turn})): Високий відсоток звільнень часто сигналізує про проблеми в системі винагород чи мікрокліматі.

2. Продуктивність праці: Збільшення обсягів випущеної продукції або закритих угод на одного співробітника.

3. Індекс залученості працівників ($(eNPS)$): Оцінюється через анонімні опитування команди — готовність рекомендувати компанію як роботодавця. [6., с.46]

Перспективними напрямками в розробці ефективних мотиваційних моделей слід виділити такі перспективні напрямки:

1. Впровадження індивідуальних мотиваційних пакетів (кафетерій пільг);

2. Використання сучасних систем управління результативністю (наприклад, методологія Key Performance Indicators);

3. Цифровізація процесів управління персоналом для підвищення прозорості та оперативності зворотного зв'язку.

Висновки. Отже, дослідивши проблемні аспекти та визначивши перспективні напрямки ефективного мотиваційного механізму, що спонукатиме бізнес структури більше приділяти увагу забезпеченню фінансових і психосоціальних потреб своїх перспективних працівників, а саме:

1. Вивчення теоретичної бази для ознайомтеся з класичними та сучасними теоріями мотивації (теорія ієрархії потреб Маслоу, двофакторна теорія Герцберга).

2. Аналіз та дослідження міжнародного досвіду з метою вивчення європейських практик гнучкої системи винагород (гнучкий графік, кафетерій пільг, опціони).

3. Застосування практики кейсів, які отримали позитивні ефекти від реалізації у фірм з досвідом.

Список використаних джерел:

1. Бабенко Д. О., Корольков В. В. Удосконалення мотиваційного механізму управління персоналом підприємства. Ефективна економіка. 2020. № 11. DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2105-2020.11.69> (дата звернення: 02.10.2025)
2. Бабчинська О. І. Інструменти формування системи розвитку персоналу інноваційноактивного підприємства. Вісник Хмельницького національного університету, 2021, № 3(294), с. 169–173. DOI: <https://www.doi.org/10.31891/2307-5740-2021-294-3-25>.
3. Герасимова В. О., Сидоренко В. О. Вдосконалення системи управління персоналом як чинник підвищення конкурентоспроможності підприємства. Modern Economics, 2019, № 14(2019), с. 60–65. DOI: [https://doi.org/10.31521/modecon.V14\(2019\)-09](https://doi.org/10.31521/modecon.V14(2019)-09).
4. Леміш К.М., Суслик А. В., Швачко В. А. Система мотивації персоналу як чинник підвищення ефективності діяльності підприємства. Економіка і суспільство. 2025. № 78. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-78-28>
5. Лівощко, Т. В., Ткачук Н. Ю. Складові системи мотивації праці персоналу на підприємстві. Економічний вісник Запорізької державної інженерної академії . 2019. Вип. 4. С. 59–62. URL: https://old-zdia.znu.edu.ua/gazeta/evzdia_4_059.pdf (дата звернення: 24.04.2026)

SECTION 3.

MARKETING AND LOGISTICS ACTIVITIES

Ivitskiy Igor 

PhD, Associate Professor, Founder
Doctor Ads LTD, The United Kingdom

THE AUDIENCE INTERSECTION BOUND: A SET-THEORETIC CEILING ON CONVERSION CAPACITY INDEPENDENT OF TRAFFIC VOLUME

The prevailing assumption in digital advertising holds that customer acquisition scales as a near-linear function of budget magnitude. Meta-analytic evidence contradicts this premise. Sethuraman, Tellis, and Briesch [1] analyzed 751 short-term advertising elasticities across 56 econometric studies and reported a mean elasticity of 0.12: a 1% increase in advertising expenditure yields only 0.12% additional sales. Only 53% of elasticities proved significantly different from zero. Edeling and Fischer [2] further demonstrated that advertising spending's firm-value elasticity is a mere 0.04, while customer relationship strength reaches 0.72. These findings suggest that the binding constraint on advertising performance is not capital allocation but the structural architecture of the conversion system. The present work formalizes this intuition by introducing the audience intersection bound, a set-theoretic ceiling on conversion capacity that operates independently of traffic volume.

A marketing funnel operates as a cascade of conditional probabilities. If p_i denotes the probability of advancing from stage i to stage $i + 1$, the overall conversion rate is $CR = \prod p_i$ across all n stages. This multiplicative structure creates a decisive asymmetry: a 20% improvement in any single stage yields 20% total improvement, whereas a 20% budget increase at $\varepsilon = 0.12$ produces approximately 2.4% additional output. Across three stages, alignment compounds to $1.2^3 = 1.728$, a 72.8% global improvement versus 2.4% from incremental spend [3, 12]. The leverage ratio exceeds 30:1.

The formal construction proceeds as follows. Let Ω represent the total addressable market. Each funnel stage i addresses a subset $S_i \subseteq \Omega$, defined by the audience characteristics that stage selects for. The conversion-eligible population is $V_t = S_1 \cap S_2 \cap \dots \cap S_n$. Total conversion volume cannot exceed $|V_t|$ regardless

of traffic delivered to the top of the funnel. No budget increase alters the cardinality of this intersection. This is the audience intersection bound [3].

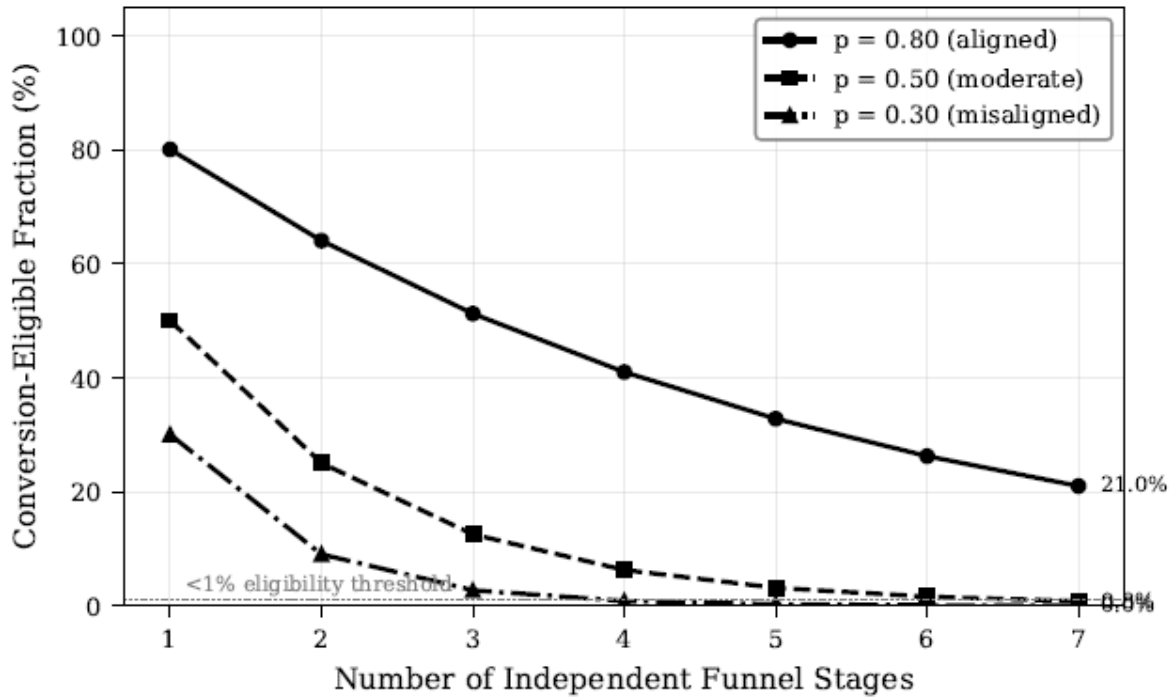


Fig. 1. Conversion-eligible fraction vs. independent stages. At $p = 0.30$ across 4 stages, <1% eligible. Exponential decay proves adding stages without alignment coordination produces rapidly diminishing returns

The consequences of independent targeting prove catastrophic. Under independence, the probability that an individual belongs to V_t reduces to $P(x \in V_t) = \prod p_i$. Consider a three-stage funnel with $p_1 = 0.30, p_2 = 0.40, p_3 = 0.25$. Under independence, $P(\text{eligible}) = 0.03$, meaning only 3% of the market is conversion-eligible. Coordinated targeting at $p = 0.80$ yields $0.80^3 = 0.512$ (51.2%), a 17-fold improvement achieved entirely through alignment rather than expenditure. The independent system operates at 5.9% of theoretical capacity [3].

To quantify alignment, the alignment ratio is defined as $\alpha = |V_t^{\text{obs}}| / |V_t^{\text{nd}}|$ (Eq. 3). When $\alpha = 1$, the system exhibits no coordination beyond chance. Values exceeding 1 indicate positive alignment, with the theoretical maximum $\alpha_{\text{max}} = 1 / \prod p_i$ representing perfect coordination [3]. For pairwise diagnostics, the Jaccard index $J(S_i, S_{i+1}) = |S_i \cap S_{i+1}| / |S_i \cup S_{i+1}|$ provides an established similarity measure between consecutive stages [4]. Under independence, the expected Jaccard converges to $E[J] = p / (2 - p)$, always strictly below p : at $p = 0.20, E[J] = 0.111$; at $p = 0.50, E[J] = 0.333$; at $p = 0.80, E[J] = 0.667$. Kalinka [5] demonstrates that observed intersections can be tested for statistical significance via

the extended hypergeometric distribution, distinguishing genuine alignment from random overlap.

Empirical evidence corroborates the structural prediction. Baymard Institute [6] reports a stable global cart abandonment rate of 70.19% across 49 studies, driven by architectural causes: unexpected costs (48%), forced account creation (26%), excessive complexity (22%). In B2B, MQL-to-SQL conversion ranges from 15% to 21% [7]. These patterns reflect persistent mismatch, not volume deficiency. Industry spending reveals a corresponding misallocation: \$92 spent on acquisition for every \$1 invested in conversion optimization [8]. Resources flow toward expanding S_1 rather than increasing the ratio $|V_t| / |S_1|$. The audience intersection bound integrates with the M.A.T.H. optimization protocol [9] and the data integrity terminal constraint [10], where the data processing inequality [11] establishes that information about customer intent degrades irreversibly through successive stages. Together, these frameworks form a complete architecture: clean data as the prerequisite, audience alignment as the structural constraint, and recursive optimization as the operational protocol.

References:

1. Sethuraman R., Tellis G. J., Briesch R. A. How well does advertising work? Generalizations from meta-analysis of brand advertising elasticities. *Journal of Marketing Research*. 2011. Vol. 48, No. 3. P. 457–471.
2. Edeling A., Fischer M. Marketing's impact on firm value: Generalizations from a meta-analysis. *Journal of Marketing Research*. 2016. Vol. 53, No. 4. P. 515–534.
3. Ivitskiy I. Funnel resonance theory: An impedance-matching framework for advertising conversion optimization: preprint. Zenodo, 2026.
4. Jaccard P. Distribution florale dans une portion des Alpes et du Jura. *Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles*. 1901. Vol. 37. P. 547–579.
5. Kalinka A. T. The probability of drawing intersections: Extending the hypergeometric distribution. arXiv preprint arXiv:1305.0717. 2014.
6. Baymard Institute. Cart abandonment rate statistics [Electronic resource]. Baymard Institute, 2023. URL: <https://baymard.com/lists/cart-abandonment-rate>
7. The Digital Bloom. Pipeline Performance Benchmarks from Public B2B SaaS Reports: Your Audit Baseline for 2025 [Electronic resource]. The Digital Bloom, 2025. URL: <https://thedigitalbloom.com/learn/pipeline-performance-benchmarks-2025/> (date of access: 05.05.2026).
8. Econsultancy. Conversion rate optimization report: technical report. Econsultancy, 2020.
9. Ivitskiy I. The M.A.T.H. framework: A first-principles approach to quant marketing in high-uncertainty environments: technical report. Zenodo, 2026. DOI: 10.5281/zenodo.18552246.
10. Ivitskiy I., Savchenko D., Sydorenko D. Data integrity as the terminal constraint in AI-driven advertising: An information-theoretic analysis of conversion fraud and agentic threat evolution: technical report. Zenodo, 2026. DOI: 10.5281/zenodo.18675362.
11. Cover T. M., Thomas J. A. *Elements of Information Theory*. 2nd ed. Wiley, 2006.
12. Ivitskiy I. Marginal analysis vs. average ROAS: the profit-maximization fallacy in digital advertising budget allocation. 2025. URL: <https://researcheurope.org/wp-content/uploads/2026/03/re-11.03.2026-100-102.pdf>

SECTION 4.

MANAGEMENT, PUBLIC MANAGEMENT AND ADMINISTRATION

Medvedovska Liana

applicant of higher education

ERI «Karazin Banking Institute», V.N.Karazin Kharkiv National University, Ukraine

Scientific advisor: Cherniavska Inna

senior lecturer

ERI «Karazin Banking Institute», V.N.Karazin Kharkiv National University, Ukraine

THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS A STRATEGIC LEVER FOR ENHANCING MANAGEMENT PRODUCTIVITY

In the contemporary business environment, the pace of change, complexity, and competitive pressure are reaching levels unforeseen even a decade ago. Organizations are increasingly confronted with a growing volume of data, tighter deadlines, and the imperative to innovate while maintaining operational efficiency. Against this backdrop, artificial intelligence (AI) emerges not merely as a technical tool but as a strategic lever capable of reshaping the very foundations of managerial activity. The analysis is based on a synthesis of case studies and empirical evidence from AI implementation in global enterprises, complemented by an overview of applications in the Ukrainian context. In this thesis, I argue that AI, when thoughtfully integrated into managerial processes, becomes the key to significantly enhancing productivity, enabling more informed decision-making, fostering agility, and ultimately redefining the scope of leadership [4]. This study contributes to management science by integrating global AI practices into a structured framework for enhancing productivity. It provides practical guidelines for managers on the effective and ethical implementation of AI tools and emphasizes the importance of organizational readiness and cultural adaptation.

The purpose of the study is to analyze the role of artificial intelligence as a strategic tool for enhancing management productivity.

The object of the research is managerial processes within organizations.

The subject of the research is the integration of artificial intelligence tools and their impact on decision-making, operational efficiency, and innovation.

The scientific novelty lies in synthesizing global experience in AI

implementation and developing a structured model for increasing managerial productivity in dynamic organizational environments.

First and foremost, artificial intelligence systems improves managerial decision-making by providing advanced analytics and predictive insights. Traditional decision-making often relies on heuristics or retrospective analyses, which are prone to cognitive biases and may fail to capture emerging patterns. AI systems — leveraging machine learning, natural language processing, and data-mining algorithms — can process vast amounts of structured and unstructured data from diverse sources: market trends, customer feedback, internal performance metrics, supply-chain information, and macroeconomic indicators. By synthesizing these inputs, AI can offer probabilistic forecasts, scenario analyses, and real-time dashboards, allowing managers to anticipate risks and seize opportunities with greater precision. This shift from reactive to proactive decision-making reduces uncertainty, shortens response times, and enhances strategic alignment across the organization.

Moreover, artificial intelligence systems boosts operational efficiency, freeing managers from time-consuming routine tasks and enabling them to focus on higher-level strategic goals. Many managerial activities — scheduling, resource allocation, performance monitoring, compliance tracking, report generation — are repetitive, time-intensive, and prone to human error. Intelligent automation, such as robotic process automation (RPA) and AI-driven workflow systems, can perform these tasks faster, more accurately, and without fatigue. As a result, managers can reallocate time and mental energy towards activities that require uniquely human capabilities: creative problem-solving, interpersonal leadership, mentoring, and organizational culture. This reallocation not only improves productivity but also enhances managerial satisfaction and reduces burnout, contributing to stronger long-term performance.

In addition, AI enhances organizational agility — the capacity to adapt swiftly to internal and external changes. In volatile markets, agility is not a luxury but a prerequisite. AI enables dynamic resource reallocation, predictive maintenance in operations, demand forecasting, and rapid scenario modeling. When managers have access to real-time data and adaptive algorithms, they can adjust strategies, reconfigure teams, and re-prioritize initiatives virtually instantaneously. This agility helps companies remain resilient through disruptions — be they changes in consumer behavior, supply-chain interruptions, or emerging competitive threats — thereby providing a sustainable competitive advantage. In effect, intelligent technologies transforms management from a static, top-down planning process into

a continuous, fluid adaptation cycle.

Beyond efficiency and agility, integrating AI into management fosters innovation and strategic foresight. AI-powered systems can identify latent patterns and correlations within data — for instance, suggesting potential new products, revealing underserved market segments, or identifying process bottlenecks that human analysis overlooked. Managers guided by such insights are better positioned to launch innovative initiatives, optimize workflows, and pursue long-term strategic investments. In essence, intelligent technologies becomes a partner in strategic thinking — augmenting human creativity with data-driven vision. Over time, this synergy can reshape organizational capabilities and lead to sustainable growth [2].

However, to fully realize these benefits, organizations must address significant challenges — technological, organizational, cultural, and ethical. From a technological standpoint, implementing AI requires robust infrastructure, data governance, and integration with existing enterprise systems. Poor data quality, fragmented systems, or insufficient computing capacity can undermine AI's potential. Organizationally, successful implementation demands strong leadership, cross-functional collaboration, and a culture open to change. Managers and employees alike must overcome resistance, embrace continuous learning, and trust AI-supported decisions. Ethically, the increased use of intelligent technologies raises concerns about data privacy, algorithmic bias, transparency, and accountability. Leaders must ensure that AI deployment aligns with ethical standards and regulatory requirements. Neglecting these aspects may erode stakeholder trust or result in unintended negative consequences [1]. While AI significantly enhances productivity, decision-making, and innovation, organizations must carefully address ethical concerns, data privacy issues, and cultural resistance to ensure successful and responsible implementation.

To navigate these challenges, a structured framework for AI integration is essential. First, organizations should conduct a readiness assessment: evaluating data maturity, technical infrastructure, employee skill levels, and process maturity. Next, they should define clear strategic objectives for intelligent technologies adoption — whether to enhance decision speed, automate routine tasks, improve forecasting accuracy, or enable innovation. Then, pilot projects in low-risk areas can help build internal expertise, demonstrate value, and earn stakeholder buy-in. Gradually, AI initiatives can be scaled across departments, accompanied by training programs, change management efforts, and ethical guidelines. Finally, continuous evaluation — combining performance metrics, user feedback, and compliance audits — ensures that AI remains aligned with strategic goals and evolving

standards [3].

In conclusion, artificial intelligence stands as a pivotal force for transforming managerial productivity. By enriching decision-making, automating operational workloads, fostering organizational agility, and stimulating innovation, intelligent technologies transcends the role of a mere technical instrument and becomes a strategic partner of leadership. At the same time, realizing its full potential demands deliberate strategy, organizational readiness, ethical mindfulness, and continuous oversight. As businesses around the world strive to navigate an increasingly complex and uncertain future, managers who embrace AI-driven management stand to lead their organizations more effectively, responsively, and sustainably. Practical application of AI in organizations includes the automation of reporting processes, predictive maintenance, personalized customer service, and strategic planning support. Leading international companies already use AI to optimize supply chains, reduce costs, and improve real time decision-making. In the Ukrainian context, AI adoption is gaining momentum, particularly in sectors such as fintech, logistics, and e-commerce, where digital transformation is accelerating. With proper infrastructure and strategic vision, Ukrainian businesses can leverage AI to enhance competitiveness and operational resilience.

References:

1. Davenport, T. H., & Ronanki, R. (2018, January–February). *Artificial intelligence for the real world*. *Harvard Business Review*, 96(1), 108–116. <https://hbr.org/2018/01/artificial-intelligence-for-the-real-world>
2. Russell, S., & Norvig, P. (2021). *Artificial intelligence: A modern approach* (4th ed.). Pearson. <https://www.pearson.com/en-us/subject-catalog/p/artificial-intelligence-a-modern-approach/P200000003978>
3. Kaplan, A., & Haenlein, M. (2019). Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence. *Business Horizons*, 62(1), 15–25. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.08.004>
4. Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2016). *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies* (Updated and expanded ed.). W. W. Norton & Company. <https://wwnorton.com/books/9780393350647>

Беляєва Наталія Сергіївна 

канд. екон. наук, доцент, доцент кафедри менеджменту
Державний торговельно-економічний університет, Україна

Вакуленко Аліна Олегівна

здобувач вищої освіти факультету економіки, менеджменту та психології
Державний торговельно-економічний університет, Україна

Кравченко Людмила Олександрівна

здобувач вищої освіти факультету міжнародної торгівлі та права
Державний торговельно-економічний університет, Україна

WELL-BEING ПРАЦІВНИКІВ ЯК ЗАПОБІГАННЯ BURNOUT В СИСТЕМІ HR-МЕНЕДЖМЕНТУ ПІДПРИЄМСТВ

У сучасному контексті економічних змін та зростання потреб до ефективності функціонування компаній, людський потенціал набуває особливої ваги як головний чинник прогресу. Тому менеджмент персоналу все більше зосереджується не тільки на досягненні виробничих результатів, а й на створенні сприятливих умов для комфортного функціонування співробітників. У цій ситуації добре психологічне самопочуття є ключовим фактором, що впливає на працездатність, залученість до роботи та самореалізацію в професії [6, с. 2].

Психологічний комфорт працівника можна визначити як всебічну оцінку його емоційного благополуччя, задоволення роботою та здатності гармонійно функціонувати в колективі. Він формується під впливом численних факторів, зокрема умов праці в організації, стилю управління, якості відносин з колегами та перспектив професійного зростання. Важливим аспектом є усвідомлення значущості власної праці та чіткість професійних цілей, що стимулює внутрішню мотивацію та підвищує загальне задоволення від діяльності [3, с. 3].

Слід зазначити, що психологічний комфорт не є незмінним станом, а характеризується мінливістю, змінюючись під дією зовнішніх умов та внутрішніх відчуттів людини. Велике значення має почуття захищеності на робочому місці, що передбачає вільне висловлення ідей, залучення до процесу прийняття рішень та відсутність страху перед покаранням за прояв ініціативи. За таких обставин вибудовується довіра до керівників та колективу, що, своєю чергою, веде до зростання залученості персоналу в роботу компанії [1, с. 3].

Так само важливим є баланс між трудовими обов'язками та особистим життям, оскільки його відсутність нерідко спричиняє накопичення втоми та емоційний стрес. Співробітник, який має можливість поновлювати власні сили, виявляє більшу опірність до стресу і краще справляється з поставленими завданнями. Крім того, значний вплив має об'єктивна оцінка результатів роботи, яка формує почуття визнання та підтримує прагнення до самовдосконалення [2, с. 3].

Разом з цим у нинішньому робочому просторі стає актуальною проблема професійного виснаження, яка розглядається як результат довготривалого впливу чинників стресу. Цей стан характеризується повільним вичерпанням емоційних та психічних сил працівника, що супроводжується втратою зацікавленості до виконання робочих завдань, зменшенням продуктивності та формуванням несхвального ставлення до роботи. Варто зазначити, що виснаження не з'являється несподівано, а є наслідком накопичення постійного стресу, що нерідко ігнорується як самим співробітником, так і керівництвом компанії [6, с. 4].

Причини виникнення цього феномену мають багатогранний характер і пов'язані як з особливостями роботи, так і з умовами праці в компанії. Зайве навантаження, невизначеність завдань, відсутність належного спілкування та підтримки з боку керівництва сприяють посиленню стресу. Додатковою причиною є невідповідність між докладеними зусиллями та отриманою платнею, що викликає відчуття несправедливості та знижує прагнення працювати. Важливе значення мають також конфлікти між людьми, які псують атмосферу в колективі та ускладнюють взаємодію в роботі [6, с. 4].

Результати професійного виснаження не обмежуються однією особою та безпосередньо впливають на роботу компанії. Зменшення зосередженості та прагнення призводить до погіршення якості роботи, збільшення кількості хиб та втрати здатності до новаторства. Разом з тим збільшується відтік співробітників, що веде до додаткових витрат на пошук та підготовку нових спеціалістів. Несприятливий емоційний настрій у колективі може розповсюджуватися, створюючи атмосферу стресу та зменшуючи загальну продуктивність командної праці [3, с. 6].

Керування співробітниками в таких обставинах повинно дотримуватися попереджувального підходу, який включає не тільки розв'язання існуючих проблем, а й побудову системи їх запобігання. Створення доброзичливого психологічного клімату передбачає розвиток відкритого спілкування, стимулювання взаємної допомоги та застосування чесних управлінських методів. Суттєвим елементом є навчання керівників роботі з персоналом з

урахуванням психологічних особливостей, адже саме манера керівництва значною мірою впливає на задоволеність співробітників [3, с. 8].


Новітні методи керування персоналом все частіше ґрунтуються на ідеї забезпечення всебічного добробуту співробітників, яка включає не тільки робочу сферу, а й інші сторони життя. У цій ситуації особливої ваги набуває створення умов для збереження рівноваги між працею та особистим життям, що дає змогу зменшити рівень напруги та збільшити опірність до робочих труднощів. Практична реалізація подібних методів передбачає гнучкість у графіку роботи, розробку програм підтримки співробітників та використання новітніх засобів для оцінки психічного стану персоналу [4].

Запобігання професійному виснаженню має бути всебічним і включати як заходи на рівні організації, так і особисті зусилля працівників. З одного боку, необхідно покращувати робочі процедури, забезпечувати збалансоване навантаження та надавати можливості для професійного зростання. З іншого боку, слід допомагати формувати вміння самоконтролю та стійкості до стресу, що дозволить співробітникам успішно пристосовуватися до мінливих умов. Важливою є і побудова такої культури, де звернення за психологічною підтримкою не викликає осуду, що допомагає оперативно вирішувати труднощі [3, с. 9].

Висновки. Сприятливий психологічний стан співробітників є ключовим елементом успішної роботи компанії в сучасних реаліях. Професійне вигорання, як серйозна проблема у сфері праці, вимагає планомірного підходу до його запобігання та подолання. Впровадження всебічної кадрової політики, що ставить людину в центр уваги, створює основи для підвищення ефективності роботи, посилення внутрішніх цінностей компанії та забезпечення її стабільного розвитку.

Список використаних джерел:

1. Вавринів О. С., Яремко Р. Я. (2022) Особливості професійного вигорання фахівців ризиконебезпечних професій. *Науковий вісник Львівського державного університету внутрішніх справ*. С. 1-7 DOI <https://doi.org/10.32782/2311-8458/2022-2-2>
2. Літовченко О. Л., Лисак М. С., Калінін Д. Е., Darius Sabine, Böckelmann Irina, Завгородній І.В. (2025) Професійне вигорання серед жінок у соціально значущих професіях доглядового сектору. *Сучасні проблеми гігієни*. С. 1-9. DOI <https://doi.org/10.36059/978-966-397-521-4-7>
3. Машак С. О. (2023) Професійне вигорання особистості як соціально-психологічна проблема. *Науковий вісник Львівського державного університету внутрішніх справ*. С. 1-9. URL: <https://journals.lvduvs.lviv.ua/index.php/psychology/article/view/489/484>
4. Міністерство охорони здоров'я України. Психічне здоров'я: інформаційні матеріали. URL: <https://moz.gov.ua/psihichne-zdorovja>
5. Пивоварчик І. М., Цибух Л. М. (2026). Професійне вигорання медичних працівників первинної ланки. *Ментальне здоров'я*. № 1. С. 1-6. DOI <https://doi.org/10.32782/3041-2005/2026-1.28>
6. Стельмах О. В. (2022) Чинники професійного вигорання особистості. *Молодь і ринок*. № 4. С. 1-5. URL: <https://mir.dspu.edu.ua/article/view/264639/260742>

Габрелян Андрій Ю. 
доктор філософії в галузі права
Україна

МІГРАЦІЙНІ ПРОЦЕСИ ЯК ФАКТОР ВІДТВОРЕННЯ ТІНЬОВОЇ ЕКОНОМІКИ

Міграційні процеси є одним із найчутливіших індикаторів соціально-економічної нестабільності, дисбалансів ринку праці, нерівномірності регіонального розвитку, воєнних загроз і зниження якості життя. Вони відображають не лише переміщення людей у просторі, а й глибші трансформації у сфері зайнятості, доходів, соціального захисту та економічної поведінки домогосподарств. Водночас міграція не є негативним явищем сама по собі. За умов належного правового регулювання, офіційного працевлаштування, прозорого руху доходів і захисту трудових прав вона може виконувати важливу адаптаційну функцію, підтримувати добробут сімей, забезпечувати професійну мобільність громадян і сприяти економічній стійкості домогосподарств та національної економіки загалом.

Ризики тінізації посилюються тоді, коли міграція відбувається за умов слабого інституційного контролю, поширення неформальної зайнятості, непрозорого посередництва, невизначеного правового статусу працівників та обмеженої спроможності держави інтегрувати переміщених осіб у легальний ринок праці. За таких обставин міграційні процеси можуть ставати не лише наслідком соціально-економічних деформацій, а й фактором відтворення тіньової економіки. Йдеться не про автоматичний зв'язок між міграцією та тінізацією, а про ситуацію, коли переміщення населення супроводжується неофіційною працею, готівковими розрахунками, приховуванням доходів, порушенням трудових гарантій і діяльністю недобросовісних посередників.

Для України ця проблематика має особливу актуальність у зв'язку з масштабами вимушеної зовнішньої та внутрішньої міграції, спричиненої повномасштабною війною. За даними Eurostat, станом на 31 березня 2026 р. у державах Європейського Союзу перебувало 4,33 млн. осіб, які залишили Україну внаслідок війни та перебували під тимчасовим захистом [8]. За оцінками Міжнародної організації з міграції, за результатами 22-го раунду Опитування загального населення, проведеного з 15 жовтня по 22 грудня 2025 р., в Україні налічувалося 3,712 млн. ВПО і 4,405 млн. осіб, які повернулися до місць проживання [9]. Такі масштаби мобільності населення

безпосередньо впливають на структуру зайнятості, податкову базу, соціальне страхування, споживчу поведінку домогосподарств і прозорість економічних відносин.

Найвиразніше зв'язок між міграцією та тіньовою економікою проявляється у сфері зайнятості. Мігранти, особливо за умов економічної вразливості, мовних бар'єрів, нестачі інформації про свої права або залежності від роботодавця, частіше погоджуються на роботу без належного оформлення трудових відносин. У такому разі праця здійснюється без офіційного трудового договору, із виплатою винагороди готівкою, без сплати податків і внесків на соціальне страхування, без гарантій охорони праці, оплачуваної відпустки, оплати періоду тимчасової непрацездатності чи ефективного захисту від незаконного звільнення. Така модель може бути економічно вигідною для недобросовісного роботодавця, однак вона послаблює фіскальну основу держави, погіршує становище працівника та підтримує практики, що перебувають поза межами офіційного обліку.

Міграція стає фактором відтворення тіньової економіки лише за наявності комплексу інституційних передумов. Серед них можна виокремити дефіцит легальних робочих місць, складність офіційного працевлаштування, високі витрати роботодавця на дотримання трудових і податкових вимог, слабкий контроль за додержанням законодавства про працю, поширеність корупційних практик, недостатню поінформованість мігрантів про механізми захисту своїх прав та низький рівень довіри до державних інституцій. За таких умов працівник часто обирає не між офіційною та неофіційною зайнятістю, а між відсутністю доходу та прийняттям неформальних умов праці.

Окремим каналом відтворення тіньових практик є діяльність недобросовісних посередників у сфері працевлаштування за кордоном. Ризики виникають тоді, коли громадянам пропонують роботу без реального трудового договору, приховують фактичні умови праці, стягують неправомірну плату за посередництво, використовують залежне становище шукачів роботи або сприяють їх залученню до неформальної зайнятості. Саме тому чинне законодавство передбачає спеціальні вимоги до суб'єктів, які надають послуги з посередництва у працевлаштуванні за кордоном. Зокрема, відповідно до ч. 1 ст. 38 Закону України «Про зайнятість населення» від 05.07.2012 р. № 5067-VI, суб'єкт господарювання має право надавати послуги з посередництва у працевлаштуванні за кордоном лише після його включення до переліку суб'єктів господарювання, що надають такі послуги, та в межах укладених зовнішньоекономічних договорів. Водночас пп. 2, 3 ч. 6 цієї ж

статті забороняють таким суб'єктам прямо чи опосередковано, повністю або частково стягувати з громадян гонорари, комісійні, винагороди чи інші види оплати послуг з посередництва у працевлаштуванні, а також пропонувати роботу, що має ознаки неформальної зайнятості, приховує справжню мету та предмет роботи або передбачає залучення до роботи, не визначеної трудовим договором [7].

З міграційними процесами пов'язаний і рух приватних грошових переказів. Для українських домогосподарств такі кошти мають вагомое соціально-економічне значення, оскільки підтримують споживання, покривають витрати на житло, освіту, лікування та поточні потреби сімей. При цьому частина переказів може здійснюватися не через банківські установи, міжнародні платіжні системи чи інші офіційні канали, а шляхом передавання готівки або інших матеріальних цінностей між домогосподарствами. За методологією Національного банку України, приватні грошові перекази охоплюють міжнародні перекази та інші потоки ресурсів до домогосподарств, що надходять з-за кордону і переважно пов'язані з тимчасовою або постійною міграцією населення. НБУ розмежовує офіційні канали таких переказів – банки, міжнародні системи грошових переказів, поштові відділення – та неофіційні канали, пов'язані з передаванням готівки й інших матеріальних цінностей між домогосподарствами [6]. Водночас використання неофіційних каналів не слід автоматично ототожнювати з тіньовою діяльністю. Однак з погляду економічного аналізу такі потоки знижують прозорість руху доходів, ускладнюють статистичний облік і можуть обмежувати можливості держави щодо оцінювання реального фінансового стану домогосподарств.

Окремої уваги потребує внутрішня міграція. ВПО часто стикаються з проблемами доступу до житла, стабільної роботи, соціальних послуг, освіти, медичної допомоги та належного документального оформлення трудових відносин. Потреба у швидкому отриманні доходу може змушувати їх погоджуватися на тимчасову, сезонну, низькооплачувану або неофіційну роботу. Найвищі ризики тінізації трудових відносин характерні для сфер економічної діяльності, де поєднуються готівкові розрахунки, короткострокова або сезонна зайнятість і складність контролю за фактичними умовами роботи. До таких сфер належать будівництво, роздрібна торгівля, громадське харчування, побутові послуги, доглядова праця, сільське господарство, перевезення та дрібний ремонт. У цих видах діяльності неформальна зайнятість підтримується не лише зацікавленістю роботодавців у зменшенні податкового й соціального навантаження, а й вразливим

становищем працівників, які через потребу в швидкому отриманні доходу нерідко погоджуються на неофіційні умови праці.

Отже, взаємозв'язок міграції та тіньової економіки має двосторонній характер. З одного боку, тінізація економіки може підштовхувати населення до міграції, оскільки зарплата «в конвертах», нестабільність доходів, відсутність соціальних гарантій і низька якість офіційної зайнятості знижують довіру до внутрішнього ринку праці. З іншого боку, самі міграційні процеси за певних умов підтримують тіньові практики, створюючи додатковий попит на неофіційне працевлаштування, посередницькі послуги, тіньову оренду житла, готівкові розрахунки та нерегламентовані трудові відносини. Цей зв'язок має багатофакторний характер і формується на перетині економічної вразливості, інституційної слабкості, правової необізнаності та дефіциту легальних можливостей для праці.

Для України зазначена проблема має не лише соціально-трудова, а й фіскальний та безпековий вимір. Неформальна зайнятість мігрантів і ВПО означає втрату частини податкових надходжень, несплату єдиного соціального внеску, зниження рівня соціального захисту працівників, викривлення офіційної статистики та ускладнення прогнозування потреб ринку праці. У довгостроковій перспективі це послаблює фінансову основу держави й територіальних громад, обмежує можливості соціальної політики та створює додаткові ризики для повоєнного відновлення. Окремий ризик становить закріплення неформальної зайнятості як звичної моделі поведінки, коли роботодавець і працівник починають сприймати обхід офіційних процедур як прийнятний спосіб економічної адаптації.

Отже, міграційні процеси можуть відтворювати тіньові економічні практики не через сам факт переміщення населення, а через соціально-економічні та інституційні умови, у яких це переміщення відбувається. Основними каналами такого впливу є неформальна зайнятість, непрозоре посередництво, використання вразливого становища мігрантів, неофіційні фінансові потоки, тіньова оренда житла та поширення готівкових розрахунків. Відповідно, політика детінізації не може обмежуватися лише фіскальним контролем. Вона має бути поєднана з міграційною політикою, політикою зайнятості, соціальним захистом і реінтеграцією осіб, які повертаються в Україну або переміщуються всередині країни.

Перспективними напрямками державної політики у цій сфері є спрощення процедур офіційного працевлаштування, посилення контролю за посередниками у сфері працевлаштування за кордоном, інформування

громадян про ризики неформальної зайнятості, захист прав трудових мігрантів і підтримка ВПО на ринку праці. Не менш важливими є стимулювання повернення українців до легального сектору економіки, розвиток офіційних каналів грошових переказів і формування системи моніторингу взаємозв'язку між міграцією, зайнятістю та тіньовими економічними практиками. Такий підхід дає змогу розглядати міграцію не лише як джерело ризиків, а й як сферу державного управління, здатну за належного регулювання сприяти детінізації економіки, відновленню трудового потенціалу та зміцненню економічної стійкості України.

Список використаних джерел:

1. Габрелян А. Ю. Доцільність легалізації проституції в Україні: аргументи «за». *Сучасні питання економіки і права: зб. наук. праць*, 2018. Випуск 2(8). С. 135 – 143.
2. Габрелян А. Ю. Правові аспекти віднесення секс-праці (проституції) до легальних видів економічної діяльності. *Європейські перспективи*, 2020. № 1. С. 45 – 50
3. Габрелян А. Ю. Адміністративно-правове забезпечення державної політики у протидії проституції: дисертація доктора філософії: спец. 081 – Право. Київ, 2021. 237 с.
4. Габрелян А. Ю. Форми адміністративно-правового забезпечення державної політики у протидії проституції. *Матеріали конференцій Молодіжної наукової ліги*, 2021. URL: <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/liga/article/view/9731> (дата звернення: 23.05.2026)
5. Литвин О. В., Габрелян А. Ю. Правовий режим проституції в Польщі. *«Правові системи». Науково-практичний електронний журнал*, 2018. № 3. С. 232 – 242.
6. Приватні грошові перекази за методологією платіжного балансу. Національний банк України. URL: https://bank.gov.ua/files/ES/Perekaz_u.pdf (дата звернення: 23.05.2026)
7. Про зайнятість населення: Закон України від 05.07.2012 р. № 5067-VI. *Відомості Верховної Ради (ВВР)*, 2013. № 24. Ст. 243
8. Temporary protection for persons fleeing Ukraine – monthly statistics. Eurostat. Statistics Explained. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Temporary_protection_for_persons_fleeing_Ukraine_-_monthly_statistics (дата звернення: 23.05.2026)
9. Ukraine Internal Displacement Report. General Population Survey. Round 22. January 2026; Ukraine Returns Report. International Organization for Migration, 2026. 16 p. URL: <https://dtm.iom.int/ukraine> (дата звернення: 23.05.2026)

Корнілова Ірина Миколаївна канд. екон. наук, доцент, доцент кафедри менеджменту
інноваційної та інвестиційної діяльності*Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Україна*

ВИДИ КОНКУРЕНТНОЇ РОЗВІДКИ

Сучасне бізнес середовище характеризується високим рівнем динамічності, невизначеності, ризикованості, що вимагає постійної готовності до трансформацій. Згідно з дослідженням Accenture [1], 63% компаній зараз стикаються зі змінами в роботі, а 44% дуже схильні до них. Це обумовлює гостру потребу забезпечення високого рівня обґрунтованості прийняття управлінських рішень, створення дієвої системи їх безперервної підготовки, продукування та реалізації, невід'ємною складовою якої стає конкурентна розвідка.

Розуміння конкурентної розвідки характеризується розмаїттям існуючих трактувань. Зокрема, вона розглядається як: постійний моніторинг сил, які впливають на здатність створювати та підтримувати конкурентну перевагу [1]; процес збору та аналізу інформації про конкурентів, ринкові тенденції, поведінку клієнтів, технологічні досягнення для зменшення невизначеності та прийняття обґрунтованих стратегічних рішень [2], систематична практика збору та аналізу інформації про конкурентів, ринкові умови та тенденції галузі, яка перетворює загальнодоступні дані на аналітичні, що допомагає компаніям приймати кращі рішення [3]; процес моніторингу конкурентного середовища та конкурентів підприємства, в рамках якого визначення, збір інформації, аналіз та поширення отриманих результатів здійснюються поетапно, щоб вони могли сприяти ефективній господарській діяльності та здатності приймати обґрунтовані рішення, особливо стосовно конкурентів [4].

Теорія та практика здійснення конкурентної розвідки свідчить про багатоаспектність цього поняття, що знаходить відображення, зокрема, в її видах.

Найбільш поширеним у публікаціях [3, 5 - 8] є виділення стратегічної та тактичної конкурентної розвідки. Стратегічна конкурентна розвідка закладає основу стійкого розвитку, спрямована на забезпечення загальної бізнес-стратегії, довгострокового сценарного планування, підготовки до різних майбутніх ринкових умов. Наприклад, мова йде про формування довгострокових рішень щодо цінової стратегії, дорожніх карт технологічного,

продуктового оновлення, диверсифікацію ринків, виявлення ключових ризиків та можливостей, формування стратегічних партнерств, коригування бізнес-моделей для отримання конкурентних переваг тощо. Вона охоплює широкий спектр джерел інформації та напрямів дослідження факторів впливу на розвиток компанії, є більш ґрунтовною, виваженою, продуманою, працює на випередження. Тактична конкурентна розвідка налаштована на реалізацію стратегічних установ, на забезпечення нагальних потреб, швидку адаптацію, використання швидкоплинних можливостей або пом'якшення загроз в умовах стрімких змін середовища. Вона орієнтована на підтримку короткострокових рішень, забезпечуючи інформацією щодо покращення поточних операцій, наприклад, зміни цін, оновлення функцій продукту, запуску кампаній. Зазвичай, за змістовним наповненням тактична конкурентна розвідка часто спирається на дані в режимі реального часу, є більш швидкою, гнучкою, достатньо детальною і конкретною, орієнтуючись на певні аспекти бізнесу компанії.

За сферою здійснення (впливу на розвиток компанії) конкурентну розвідку можна поділити на наступні види [1, 5, 7]:

- галузева (секторальна) розвідка – відстежує тенденції, що відбуваються у великих групах компаній зі схожими основними видами діяльності. Зокрема, мова йде про вивчення масштабних економічних зрушень у цих угрупованнях, змін в їх унікальних характеристиках, профілі ризику для надання рекомендацій, важливих для майбутнього компанії;

- ринкова (маркетингова) розвідка – це практика регулярного відстежування інформації про весь ринок для кращого розуміння своїх ринкових позицій й конкурентів; потреб клієнтів, інтересів інших стейкхолдерів; можливостей зростання та поточних/ майбутніх проблем, з якими може зіткнутися компанія. Вона допомагає аргументовано розробити ринкову стратегію, визначити заходи по її реалізації, забезпечити більшу цінність продуктів/ послуг, ніж у конкурентів;

- розвідка конкурентів – зосереджена на розумінні рухів і рішень конкурентів у відповідній галузі/ландшафті для усвідомлення ступеню їх впливу на конкурентоспроможність компанії, для визначення заходів щодо її утримання та підвищення, для діяльності на випередження конкурентів. Розвідка конкурентів виконує широкий спектр завдань. Зокрема, вона призначена з'ясувати конкретні практики конкурентів щодо розробки продуктів, надання послуг, маркетингу, укладання угод, здійснення та управління різними бізнес-процесами;

- розвідка продажів – допомагає продавцям сконцентруватися на купівлі готових облікових записів, лідогенерації, створенні профілів клієнтів, кращому управлінні своїми даними тощо. Формування бойових карток продажів через врахування, формалізацію досвіду кращих фахівців дозволяє вигравати більше конкурентних угод, сприяє підвищенню прибутковості бізнесу;

- розвідка закупівель та ланцюгів поставок – це процес збору та аналізу інформації щодо управління контрактами з постачальниками. Насамперед, мова йде про отримання знань щодо показників попиту/пропозиції, витрат на виробництво та зберігання; постачання матеріалів; конкурентних цін продажу; розподілу за постачальниками/партнерами; регуляторних, податкових ризиків тощо. Відповідна інформація дозволяє оптимізувати практику взаємовідносин з постачальниками;

- інноваційна розвідка – спрямована на вирішення проблем шляхом відкриття та комбінування ідей і методів новими способами, що важливо як на ранній стадії розвитку, так й для утримання/зміцнення компаніями своїх конкурентних позицій. Інноваційна розвідка здійснюється як: розвідка підриву дизрапторами та розвідка інновацій існуючими компаніями. Розвідка підриву дозволяє меншим компаніям (дизрапторам) з меншими ресурсами успішно кидати виклик успішним існуючим компаніям через здійснення інновацій, спрямованих на заповнення прогалів у задоволенні потреб споживачів на існуючих ринках чи нових проблем на створених ринках. Розвідка інновацій через запозичення (як правило, творче) досвіду дизрапторів створює можливості для існуючих компаній розвивати свій бізнес в існуючих сегментах ринку або виходити на нові;

- екологічна, соціальна та управлінська (ESG) розвідка – зосереджена на розумінні впливу ділової практики на навколишнє середовище, соціальні проблеми та відносини з урядом. Через призму аналізу діяльності конкурентів у сфері сталого розвитку, соціального забезпечення, інших гуманітарних зусиль; ставлення до навколишнього середовища; взаємовідносин з регуляторними структурами ESG розвідка допомагає компаніям адаптувати свою бізнес-модель до змін у відповідній площині, у т.ч., з фокусом на випередження конкурентів.

Виокремлення різних видів конкурентної розвідки є проявом складності, мультифункціональності її здійснення. У реальній практиці управління різні види конкурентної розвідки здійснюються системно, діалектично, інтеграційно, емерджентно, коеволюційно та комплексно. Врахування цих

аспектів сприятиме підвищенню ефективності конкурентної розвідки в практиці прийняття управлінських рішень в умовах складного конкурентного середовища.

Список використаних джерел:

1. Hover Z. (n.d.) 7 elements of Competitive Intelligence. Available at: <https://www.evalueserve.com/blog/7-elements-of-competitive-intelligence/> (accessed May 18, 2026)
2. Launchnotes (2021) How to Build a Successful Competitive Intelligence Program. Available at: <https://www.launchnotes.com/blog/how-to-build-a-successful-competitive-intelligence-program>
3. Do Couto E. (2026) What is competitive intelligence? A practical guide. Available at: <https://visualping.io/blog/what-is-competitive-intelligence> (accessed May 9, 2026)
4. Štefániková E., Masárová G. (2014) The need of complex competitive intelligence. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, no 110, pp. 669–677. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042813055511> (accessed May 7, 2026)
5. Bloomenthal A. (n.d.) Competitive Intelligence: Definition, Types, Benefits, and Risks. Available at: <https://www.investopedia.com/terms/c/competitive-intelligence.asp> (accessed May 10, 2026)
6. Schneider D. (2024) What is Competitive Intelligence: Importance, Types & More. Available at: <https://www.similarweb.com/blog/marketing/marketing-strategy/competitive-intelligence/> (accessed May 8, 2026)
7. Launchnotes (2021) What Is Competitive Intelligence? A Comprehensive Guide. Available at: <https://www.launchnotes.com/blog/what-is-competitive-intelligence-a-comprehensive-guide> (accessed May 7, 2026)
8. Coresignal (2026) Competitive Intelligence: Definition, Analysis, Research, and Data Sources. Available at: <https://coresignal.com/blog/competitive-intelligence/> (accessed May 8, 2026)

Пилипченко Олег Олександрович 

доктор філософії в галузі економіки

доцент кафедри економіки та управління бізнесом

Навчально-науковий інститут управління, економіки та бізнесу

Міжрегіональної Академії управління персоналом, Україна

керуючий партнер

Адвокатського бюро «Олега Пилипченка», Україна

ЦІЛЬОВА АРХІТЕКТУРА КОНЦЕПЦІЇ ДЕРЖАВНОЇ МІГРАЦІЙНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ НА СЕРЕДНЬОСТРОКОВИЙ ПЕРІОД

Масштабні демографічні зрушення, спричинені повномасштабною війною, зовнішньою міграцією, внутрішнім переміщенням населення, дефіцитом робочої сили та потребами повоєнного відновлення, істотно змінюють місце міграційної політики в системі державного управління. За цих умов вона вже не може розглядатися лише як адміністративний напрям, пов'язаний із контролем в'їзду, виїзду, перебування іноземців або документуванням окремих категорій осіб. Її зміст має бути значно ширшим і охоплювати збереження людського потенціалу, демографічну стабілізацію, кадрове забезпечення економіки, підтримання соціально-економічної стійкості та зміцнення національної безпеки. Саме тому для України актуальним є перехід від фрагментарного реагування на окремі міграційні виклики до формування цілісної Концепції державної міграційної політики на середньостроковий період.

Необхідність такої Концепції зумовлена тим, що Стратегія державної міграційної політики України, схвалена у 2017 р., була розрахована на період до 2025 року [4]. Водночас нові демографічні, соціальні та економічні умови вже виходять за межі логіки, у якій цей документ первісно формувався. Стратегія демографічного розвитку України на період до 2040 року прямо пов'язує майбутнє держави із забезпеченням збалансованого відтворення населення, зменшенням відтоку українців за кордон, створенням умов для міграційного приросту та підтриманням необхідного обсягу людського капіталу [5]. Отже, середньострокова міграційна політика має виконувати не допоміжну, а системоутворюючу функцію, поєднуючи демографічну політику, політику зайнятості, політику повоєнного відновлення та політику національної безпеки.

У змістовому вимірі Концепція має виходити з розуміння міграції не

лише як джерела ризиків, а й як потенційного ресурсу розвитку. Водночас такий ресурс може бути реалізований тільки за умови цілеспрямованого державного управління. Стихійна міграція посилює втрату населення, поглиблює кадровий дефіцит, звужує податкову базу, послаблює територіальні громади та скорочує майбутній людський капітал. Натомість керована міграція здатна виконувати стабілізаційну, компенсаційну, інтеграційну та розвиткову функції, що узгоджується із сучасними міжнародними підходами до управління міграційними процесами.

З огляду на це генеральною метою Концепції доцільно визначити формування такої міграційної ситуації, яка відповідає стратегічним інтересам України, забезпечує збереження та відновлення людського потенціалу, сприяє стабілізації кількісного й якісного складу населення, підтримує потреби ринку праці та створює передумови для сталого соціально-економічного розвитку держави. Таке формулювання дозволяє уникнути надмірної декларативності й водночас поєднати демографічний, економічний, соціальний і безпековий виміри міграційної політики.

Цільова архітектура Концепції має будуватися за принципом ієрархічності. На верхньому рівні має перебувати генеральна мета, на другому – стратегічні цілі, що конкретизують основні напрями її досягнення, на третьому – завдання, інструменти та індикатори результативності. Такий підхід дає змогу сформувати повноцінне «дерево цілей», у межах якого кожен практичний захід буде підпорядкований не ситуативній управлінській потребі, а досягненню чітко визначеного середньострокового результату.

Першою стратегічною ціллю Концепції доцільно визначити збереження сталого зв'язку держави з громадянами України, які перебувають за кордоном, а також створення умов для їх подальшого повернення або залучення до розвитку України незалежно від фактичного місця проживання. У цій частині йдеться не лише про фізичне повернення громадян, а й про підтримання освітніх, професійних, підприємницьких, інвестиційних, культурних і громадянських зв'язків з Україною. Такий підхід дозволяє розглядати українців за кордоном не як остаточно втрачений демографічний ресурс, а як частину ширшого людського потенціалу держави.

Другою стратегічною ціллю має стати формування регульованої імміграційної політики, узгодженої з демографічними й економічними потребами держави. Україна не може розглядати імміграцію лише як другорядний або небажаний процес. У середньостроковій перспективі, з огляду на депопуляційні тенденції та потреби ринку праці, вона може стати

одним із допоміжних механізмів компенсації людських і трудових ресурсних втрат. Водночас така політика має бути селективною, нормативно врегульованою, безпеково контрольованою та пов'язаною з реальними потребами економіки, регіонального розвитку й інтеграційної спроможності українського суспільства. При цьому необхідно чітко розмежовувати імміграцію, яка відповідно до Закону України «Про імміграцію» від 07.06.2001 р. № 2491-III визначається як «прибуття в Україну чи залишення в Україні у встановленому законом порядку іноземців та осіб без громадянства на постійне проживання» [3], і тимчасове залучення іноземних працівників, яке має регулюватися окремими правовими та організаційними інструментами.

Третьою стратегічною ціллю Концепції має бути створення збалансованої моделі залучення трудових мігрантів. Така модель повинна враховувати не тільки загальну кількісну потребу економіки в працівниках, а й професійно-кваліфікаційні, регіональні та галузеві дисбаланси. Доцільним є диференційований підхід до залучення іноземної робочої сили для критично важливих галузей, інфраструктурного відновлення, будівництва, промисловості, охорони здоров'я, доглядової економіки та інших секторів, у яких внутрішній трудовий ресурс може виявитися недостатнім. Водночас залучення іноземних працівників має супроводжуватися гарантіями правового статусу, захистом трудових прав, механізмами соціальної адаптації та контролем за дотриманням законодавства у сфері міграції та зайнятості.

Четвертою стратегічною ціллю має стати інтеграція міграційної політики з політикою розвитку людського капіталу. Регулювання міграційних процесів не може обмежуватися лише обліком і контролем переміщення осіб. Воно має бути пов'язане з освітою, професійною підготовкою, визнанням кваліфікацій, перепідготовкою, мовною адаптацією, соціальним включенням і розвитком підприємництва. Особливого значення набуває питання дітей і молоді, які перебувають за кордоном, оскільки саме ця група визначатиме майбутню якість людського капіталу України. Втрата освітнього та професійного зв'язку цієї категорії з державою може мати довгострокові демографічні й економічні наслідки.

П'ятою стратегічною ціллю Концепції має бути забезпечення міграційної безпеки. В умовах війни та повоєнного відновлення відкритість міграційної політики не може означати послаблення державного контролю. Україна має поєднувати гуманітарні, демографічні та економічні потреби з вимогами національної безпеки, перевірки ризиків, захисту державного кордону,

протидії нелегальній міграції, торгівлі людьми та використанню міграційних каналів у ворожих цілях. Безпекова складова має бути інтегрована в міграційну політику не як обмежувальний додаток, а як необхідна умова її стійкості.

Принципами Концепції доцільно визначити стратегічну визначеність, демографічну орієнтованість, економічну доцільність, правову передбачуваність, гуманність, безпекову збалансованість, міжвідомчу узгодженість, доказовість управлінських рішень, регіональну диференціацію та відповідність європейським стандартам. Поєднання цих принципів дозволить уникнути двох крайнощів: декларативного гуманізму без реальної управлінської спроможності та надмірно обмежувальної політики, яка ігнорує демографічні й економічні потреби країни.

У середньостроковому періоді Концепція має бути орієнтована на змішану модель міграційної політики. Її зміст полягає в одночасному поєднанні кількох напрямів: повернення громадян України; підтримання зв'язку з українцями за кордоном; регульованої імміграції; залучення трудових мігрантів; інтеграції іноземців; використання потенціалу діаспори; запобігання нелегальній міграції; розвитку міграційного моніторингу. Така модель є найбільш прийнятною для України, оскільки жоден окремий інструмент не здатний самотійно компенсувати масштаби демографічних і трудових втрат.

Отже, Концепція державної міграційної політики України на середньостроковий період має бути спрямована не лише на оновлення попередньої стратегічної рамки, а й на формування цілісної системи управління міграційними процесами. У межах такої системи міграція розглядається як чинник демографічної стабілізації, економічного відновлення, соціальної інтеграції та національної стійкості. Саме цільова архітектура Концепції повинна забезпечити перехід від розрізнених заходів до послідовної державної політики, здатної відповідати середньостроковим викликам розвитку України.

Список використаних джерел:

1. Габрелян А. Ю. *Форми адміністративно-правового забезпечення державної міграційної політики. Матеріали конференції Молодіжної наукової ліги*, 2021. URL: <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/liga/article/view/9731> (дата звернення: 22.05.2026)
2. Габрелян А. Ю. *Методи адміністративно-правового забезпечення державної міграційної політики. Збірник наукових праць ЛОГОС*, 2021. URL: <https://doi.org/10.36074/logos-19.03.2021.v1.41> (дата звернення: 22.05.2026)
3. Про імміграцію: Закон України від 07.06.2001 р. № 2491-III. *Відомості Верховної Ради України (ВВР)*, 2001. № 41. Ст. 197

4. Про схвалення Стратегії державної міграційної політики України на період до 2025 року: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 12.07.2017 р. № 482-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/482-2017-%D1%80#Text> (дата звернення: 22.05.2026)
5. Про схвалення Стратегії демографічного розвитку України на період до 2040 року: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 30.09.2024 р. № 922-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/922-2024-%D1%80#Text> (дата звернення: 22.05.2026)

SECTION 5.

INTERNATIONAL RELATIONS

Holovko Nataliia 

higher education student

Educational and Scientific Institute of International Relations

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine

Scientific advisor: Danylenko Serhiy 

Doctor of Political Sciences, Professor, Head of the Department of International Media

Communication and Communication Technologies

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine

TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF THE INFORMATION POLICY OF UKRAINE IN VIEW OF INTERNATIONAL EXPERIENCE

Ukraine's information policy is defined as a system of principles, goals, objectives, and measures aimed at regulating the information sphere, ensuring information security, freedom of speech, access to information, and the protection of national interests in the digital environment [1]. An effective state information policy serves as one of the key prerequisites for ensuring national security, maintaining Ukraine's image, and protecting its interests in the international arena, which determines the relevance of developing information policy and improving the mechanisms for its implementation.

The priorities of Ukraine's information policy as a modern European state include integration into the European information space, the development of international communications, the establishment of a national system of strategic communications, and the implementation of modern technological achievements, all of which will contribute to the resilience of the information space in the context of contemporary digital advancement [2].

At the same time, the specific features of the formation of Ukraine's information policy are determined by the unique national context: the conditions of wartime, in particular the constant threat of disinformation campaigns conducted by the aggressor state, which necessitates state control over the information space on the one hand, and, on the other hand, Ukraine's commitment to Euro-Atlantic integration and the protection of freedom of speech as a fundamental value of European civil society.

One of the prerequisites for European integration progress and attaining EU membership is the need to update and appropriately adapt the regulatory framework in order to ensure the formation of an information space in accordance with EU standards. It should be noted that this process has already begun and is ongoing at the present stage. In particular, the Law of Ukraine “On Media,” which entered into force in 2023, is aimed at harmonizing national legislation with the EU Audiovisual Media Services Directive [3]. It introduces European requirements regarding transparency of media ownership, the independence of regulatory authorities, and establishes equal rules for both traditional and online media. The implementation of the Law is expected to take place gradually in several stages until 2031. In addition, a working group on the implementation of the European Media Freedom Act was established in the Verkhovna Rada. The Act provides additional guarantees of editorial independence, transparency of media ownership, protection of journalists, and freedom of speech. Legislative adaptation is also gradually taking place in other areas, including electronic communications, personal data and privacy protection, open government data, and related fields.

At the same time, the priorities of state information policy are undergoing transformation under wartime conditions, since the protection of citizens’ rights and the ensuring information security of both the state and the individual necessitate the regulation of the information sphere in order to prevent potential threats to national security and address other challenges, both national (information special operations conducted by the aggressor state, an insufficient level of information culture and media literacy among the population as a prerequisite for effective resistance to manipulation) and global (external influences on the information space and the vulnerability of widely used digital technologies to hacker attacks).

At present, the processes of strengthening Ukraine’s information space are ongoing. In particular, in 2025 the Ministry of Digital Transformation and the State Service of Special Communications and Information Protection developed and presented the draft National Cyber Hygiene Strategy until 2030, aimed at fostering a culture of safe behavior in the digital environment. The Strategy defines common rules for citizens, businesses, and the state regarding the secure use of digital services and countering cyber threats. In February 2026, the Ministry of Digital Transformation of Ukraine also presented, for the first time, a new cloud strategy concept focused on strengthening digital infrastructure and enhancing the digital resilience of public services [4]. At the same time, Ukraine is developing the capacity to create its own digital solutions and ensure digital sovereignty in order to counter global risks. In particular, the Ministry of Digital Transformation and the company Kyivstar are developing Ukraine’s first national large language model,

“Syaivo,” aimed at ensuring the state’s digital independence and creating a secure environment for AI development.

It should be noted that, in the context of the prospects for the further development of the information space in response to the challenges of wartime and with the aim of ensuring the effective implementation of the principle of guaranteeing national security while safeguarding the rights and freedoms of citizens, the experience of leading countries, particularly the United States, in countering contemporary threats to the national and global information space is highly relevant for Ukraine. Of particular relevance is the creation and maintenance of a state system for monitoring disinformation, following the example of Rumor Control, where verified and relevant information regarding information attacks, fake news, manipulative messages, and cyberattacks would be published promptly.

In the context of technological support, it is necessary to implement multi-level data protection models, advanced methods of information security, and investments in software development that would, on the one hand, enable the storage of state data in domestic data centers and cloud services and, on the other hand, be oriented toward a global audience. It is also necessary to develop AI tools, particularly those based on domestic large language models (LLMs), which could be used for monitoring information threats, analyzing large-scale data sets, automatically detecting disinformation, and ensuring cybersecurity. At the same time, such a process should be accompanied by the creation of an effective regulatory and legal framework taking into account European regulatory standards, particularly the EU AI Act, in order to ensure the protection of human rights and information security.

Thus, the defining trends of Ukraine’s information policy today include the transformation of certain aspects of the information environment in the context of integration into the unified European information space while adhering to the principle of freedom of speech, as well as strengthening national information resilience and protecting the information space in response to wartime challenges. In particular, Ukraine is adapting its national legislation to EU standards, developing strategic frameworks, and advancing domestic digital solutions in order to ensure information sovereignty. At the same time, a promising direction for the further development of information policy lies in the implementation of the experience of leading world powers, particularly the United States, in terms of strengthening influence within the international information space, implementing cybersecurity measures, and regulating innovations in the field of neural networks and artificial intelligence technologies.

References:

1. Makieiev D. State information policy of ukraine: strategic guidelines and main tasks. *HeraldofKhmelnytskyiNationalUniversity. Economic sciences*. 2025. Vol. 342, no. 3(1). P. 306–311. URL: <https://heraldes.khmnu.edu.ua/index.php/heraldes/article/view/1943>.
2. Holovko S., Holovko N. State information policy as a tool for countering global challenges and threats: international experience and its implementation in ukraine. *Scientific works of kyiv aviation institute. series law journal "air and space law"*. 2025. Vol. 74, no. 1. P. 71–78. URL: <https://doi.org/10.18372/2307-9061.74.19888>.
3. On media : Law of Ukraine of 13.12.2022 : as of 1 March 2026. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/2849-20#Text>.
4. Ukraine unveils cloud strategy to boost cyber resilience. *EU4DIGITAL*. URL: <https://eufordigital.eu/uk/ukraine-unveils-cloud-strategy-to-boost-cyber-resilience/>.

Данильчук Оксана Миколаївна 

канд. пед. наук, доцент, доцент кафедри прикладної математики та кібербезпеки
факультету інформаційних та прикладних технологій
Донецький національний університет імені Василя Стуса, Україна

Балан Анна Володимирівна

здобувачка вищої освіти економічного факультету
Донецький національний університет імені Василя Стуса, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОГО ЧИСЛЕННЯ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ РЕСУРСІВ У МІЖНАРОДНІЙ ЕКОНОМІЦІ

***Анотація.** У статті досліджено застосування диференціального числення у міжнародній економіці та його роль в оптимізації ресурсів підприємств. Проаналізовано практичне значення математичного моделювання в умовах глобальної конкуренції, нестабільності ринків і валютних ризиків. Наведено приклад оптимізації експорту продукції міжнародною компанією із використанням методів диференціального числення, визначено оптимальний обсяг експорту та максимальний прибуток. Доведено, що використання математичних методів сприяє підвищенню ефективності управлінських рішень, мінімізації витрат і забезпеченню конкурентоспроможності підприємств на міжнародному ринку.*

У сучасних умовах глобалізації міжнародний бізнес функціонує в середовищі високої конкуренції, нестабільності ринків та обмеженості ресурсів. Для забезпечення ефективності діяльності компанії повинні швидко адаптуватися до змін попиту, валютних курсів, логістичних витрат та міжнародної економічної політики. Одним із важливих інструментів прийняття ефективних управлінських рішень є математичне моделювання, зокрема диференціальне числення.

Диференціальне числення дозволяє досліджувати швидкість зміни економічних показників, визначати оптимальні значення витрат, прибутку, обсягів виробництва та інших параметрів діяльності підприємства. Завдяки використанню похідних компанії можуть мінімізувати витрати, максимізувати прибуток і раціонально розподіляти ресурси у міжнародному бізнес-середовищі.

Використання математичного аналізу, а особливо диференціального числення відкриває можливості для створення моделей розвитку, здатних враховувати складність та нерівномірність економічних процесів. Завдяки цьому комплексні завдання можна перетворювати на чіткі математичні рівняння, які дають змогу визначати найбільш вигідні шляхи розвитку.

Метою нашого дослідження є застосування диференціального числення у міжнародному бізнесі для оптимізації ресурсів та аналіз його практичного значення для сучасних підприємств.

В чому сутність диференціального числення в економіці? Диференціальне числення – це той розділ вищої математики, який вивчає похідну функції та її застосування для аналізу змін в економічних процесах. За допомогою похідної можна:

- визначити граничні витрати;
- проаналізувати граничний дохід;
- розрахувати еластичність попиту;
- спрогнозувати економічні процеси;
- зробити аналіз динаміки фінансових показників.

Якщо відомо функцію витрат підприємства, де вказано кількість продукції, то при знаходженні похідної ми знайдемо значення граничних витрат, тобто вони покажуть, як змінюються витрати при виробництві додаткової одиниці продукції. У міжнародному бізнесі такі розрахунки мають особливе значення через складність глобальних ланцюгів постачання та необхідність ефективного використання ресурсів.

Одним із найважливіших напрямів застосування диференціального числення є оптимізація виробничих процесів. Міжнародні компанії прагнуть знайти такий обсяг виробництва, який забезпечує максимальний прибуток при мінімальних витратах.

Прибуток підприємства визначається як різниця між доходом і витратами:

$$P(x) = R(x) - C(x).$$

Для знаходження максимального прибутку необхідно знайти критичні точки функції прибутку, тобто $P'(x) = 0$. У міжнародному бізнесі цей метод використовують для:

- оптимізації виробничих потужностей;
- визначення ефективного обсягу експорту;
- зменшення логістичних витрат;
- планування міжнародного виробництва.

Наступним кроком є логістика та управління запасами. Логістика є важливою складовою міжнародного бізнесу. Компанії, що працюють на світових ринках, повинні мінімізувати транспортні витрати та забезпечувати безперебійне постачання товару. За допомогою диференціального числення можна визначати оптимальні обсяги замовлень та рівень запасів. Наприклад,

функція загальних витрат на запаси може мати вигляд:

$$TC(q) = \frac{D}{q}S + \frac{q}{2}H$$

де:

- D – річний попит;
- q – обсяг замовлення;
- S – витрати на оформлення замовлення;
- H – витрати на зберігання.

Для знаходження оптимального розміру замовлення обчислюють похідну функції та прирівнюють її до нуля:

$$TC'(q) = 0.$$

Цей підхід широко застосовується міжнародними торговельними корпораціями для оптимізації складських витрат і транспортної логістики.

Наступним основним етапом є аналіз попиту та ціноутворення. Диференціальне числення активно використовується у формуванні цінової політики міжнародних компаній. Аналіз еластичності попиту дозволяє визначити, як зміна ціни впливає на обсяг продажів. Коефіцієнт еластичності попиту обчислюється за формулою:

$$E = \frac{P}{Q} \cdot \frac{dQ}{dP}$$

де:

- P – ціна товару;
- Q – обсяг попиту.

Якщо попит є еластичним, компанія може зменшити ціну для збільшення обсягу продажів і загального доходу. Якщо попит нееластичний, підвищення ціни може збільшити прибуток. У міжнародному бізнесі, використовуючи еластичність можна:

- встановити конкурентну ціну;
- проаналізувати поведінку споживачів на різних ринках;
- спрогнозувати зміну попиту;
- перевірити адаптації маркетингової стратегії.

Розглянемо оптимізацію фінансових ресурсів. Фінансове управління міжнародної компанії також базується на використанні математичних методів. Диференціальне числення допомагає аналізувати інвестиційні процеси, валютні ризики та ефективність капіталовкладень. Наприклад, при

аналізі складних відсотків використовується функція:

$$A = Pe^{rt}$$

де:

- P – початковий капітал;
- r – процентна ставка;
- t – час.

Якщо знайдемо похідну даної функції $\frac{dA}{dt} = rPe^{rt}$, то це дозволить міжнародним компаніям оцінювати ефективність інвестиційних проєктів та приймати рішення щодо розміщення капіталу.

Наведемо приклад оптимізації експорту продукції міжнародною компанією.

Приклад. Міжнародна компанія експортує продукцію до країн Європейського Союзу. Для збільшення прибутку керівництво прагне визначити оптимальний обсяг експорту товару, за якого прибуток буде максимальним. Задані умови:

- ціна одиниці продукції залежить від обсягу продажу на міжнародному ринку;
- зі збільшенням експорту компанія змушена знижувати ціну через конкуренцію;
- витрати на логістику та митне оформлення зростають.

Дано функцію доходу компанії $R(x) = 120x - 2x^2$, де x – кількість експортованої продукції; $120x$ – загальний дохід від продажу; $2x^2$ – втрати доходу через необхідність зниження ціни при збільшенні обсягів експорту. Також відома функція витрат $C(x) = 40x + 200$, $40x$ – змінні витрати на виробництво, транспортування та митні платежі; 200 – постійні витрати міжнародної діяльності. Потрібно:

- знайти функцію прибутку;
- визначити оптимальний обсяг експорту;
- обчислити максимальний прибуток;
- зробити економічний аналіз результату.

Розв'язання. Функція прибутку буде мати вигляд $P(x) = R(x) - C(x)$, тобто підставляючи дані отримаємо $P(x) = -2x^2 + 80x - 200$. Щоб знайти значення максимального прибутку знайдемо похідну $P'(x) = -4x + 80$, прирівнявши до 0, $P'(x) = 0$ отримаємо $x = 20$. Це означає, що оптимальний обсяг експорту буде становити 20 тисяч одиниць продукції. Наступним

кроком ми знайдемо значення максимального прибутку $P(20) = -2 \cdot 20^2 + 80 \cdot 20 - 200 = 600$, тому максимальний прибуток компанії буде складати 600 грош.од.

В чому *економічний аналіз* даної задачі. *По-перше*, вплив міжнародної конкуренції у функції $-2x^2$ – це член відображає ситуацію міжнародного ринку, коли зі збільшенням обсягів експорту компанія змушена знижувати ціну для збереження конкурентоспроможності. Це характерно для ринку аграрної продукції, металургії, енергоресурсів, масового виробництва товарів. Чим більший експорт, тим сильніше компанія впливає на ринок і тим нижчою стає ринкова ціна. *По-друге*, похідна прибутку характеризує граничний прибуток, тобто якщо $P'(x) = 0$ – це означає, що досягнуто оптимальний обсяг експорту; якщо $P'(x) > 0$ – збільшення експорту підвищує прибуток; $P'(x) < 0$ – додатковий експорт зменшує прибуток. Тобто до 20 тис. одиниць експорт є вигідним, а після додаткові витрати та зниження ціни починають перевищувати вигоду. Підводячи підсумок компанія може планувати оптимальні обсяги поставок, уникати перевиробництва, контролювати логістичні витрати, прогнозувати прибутковість міжнародних контрактів та приймати рішення щодо виходу на нові ринки. *По-третє* – врахування валютних ризиків. У міжнародній економіці прибуток залежить також від валютних курсів, наприклад, якщо прибуток у доларах описується функцією $P(x, e) = e(-2x^2 + 80x - 200)$, де e – валютний курс. Тоді зміна валютного курсу прямо впливає на прибутковість експорту. Можемо зробити практичний висновок, що зміцнення іноземної валюти збільшує дохід експортера; девальвація валюти країни-імпортера може знизити попит. Саме тому міжнародні компанії використовують математичне моделювання для прогнозування валютних ризиків.

Висновок. Диференціальне числення є важливим інструментом сучасного міжнародного бізнесу. Його застосування дозволяє оптимізувати використання ресурсів, мінімізувати витрати та максимізувати прибуток підприємств, враховувати валютні та логістичні фактори, визначати оптимальний обсяг експорту. Похідні широко використовуються у виробничому менеджменті, логістиці, фінансовому аналізі та ціноутворенні.

Умови глобальної конкуренції вимагають від компаній високої точності у прийнятті рішень, а математичні методи забезпечують необхідний рівень аналітичної підтримки. Саме тому використання диференціального числення стає невід'ємною складовою ефективного управління міжнародним бізнесом.

Отже, інтеграція математичних методів у систему управління

підприємством сприяє підвищенню ефективності діяльності компаній та забезпечує їхню стійкість у міжнародному економічному середовищі.

Список використаних джерел:

1. Higher Mathematics for Economic Analysis / M. Hoy, J. Livernois, C. McKenna. – Toronto : Pearson Education, 2018. – 856 p.
2. Вища математика / В. В. Кравець, О. М. Пилипенко. – Київ : Центр учбової літератури, 2020. – 560 с.
3. Економіко-математичне моделювання / М. В. Афанасьєв. – Харків : ІНЖЕК, 2018. – 320 с.
4. Математичні методи в економіці / І. І. Ляшенко, О. О. Тебенко. – Київ : КНЕУ, 2019. – 412 с.
5. Міжнародна економіка / А. П. Голіков, О. А. Довгаль. – Київ : Центр навчальної літератури, 2021. – 623 с.
6. Основи економічної теорії / С. В. Мочерний. – Київ : Академія, 2017. – 640 с.

Данильчук Оксана Миколаївна 

канд. пед. наук, доцент, доцент кафедри прикладної математики та кібербезпеки
факультету інформаційних та прикладних технологій
Донецький національний університет імені Василя Стуса, Україна

Довженко Ірина Ярославівна

здобувачка вищої освіти економічного факультету
Донецький національний університет імені Василя Стуса, Україна

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ МІЖНАРОДНИХ КОМЕРЦІЙНИХ РИЗИКІВ НА ОСНОВІ ТЕОРІЇ ЙМОВІРНОСТЕЙ

Анотація. У статті досліджено застосування теорії ймовірностей у системі оцінки міжнародних комерційних ризиків. Розглянуто особливості функціонування сучасного міжнародного бізнесу в умовах високої невизначеності, глобальної конкуренції та нестабільності світових ринків. Проаналізовано основні види міжнародних комерційних ризиків, серед яких валютні, політичні, кредитні, логістичні, інвестиційні та ринкові ризики. Обґрунтовано важливість використання математичних методів для прогнозування можливих фінансових втрат і прийняття ефективних управлінських рішень.

Ключові слова: теорія ймовірностей, міжнародний бізнес, міжнародні комерційні ризики, класична ймовірність, статистична ймовірність.

Сучасний міжнародний бізнес функціонує в умовах високої невизначеності та глобальної конкуренції. Міжнародна комерційна діяльність завжди тісно переплітається з поняттям невизначеності, яка є невід’ємною складовою сучасного глобалізованого економічного середовища. Компанії, що працюють на міжнародних ринках постійно стикаються з непередбачуваними коливання валютних курсів, нестабільністю у політичній ситуації різних країн, а також порушення умов контрактів між партнерами стають джерелом численних ризиків для учасників міжнародних ринків. Саме тому важливого значення набувають математичні методи оцінки ризиків, серед яких особливе місце займає теорія ймовірностей. Ці фактори вимагають ретельного аналізу та кількісної оцінки, без яких управління ризиками стає практично неможливим. У цьому контексті теорія ймовірностей, особливо її класичний підхід, виступає незамінним інструментом. Вона дозволяє побудувати чітку методологію для моделювання та оцінки можливих сценаріїв розвитку подій у сфері міжнародної економіки, що створює основу для прийняття обґрунтованих рішень.

В даній роботі буде розглянуто, яким чином застосування базових принципів класичної теорії ймовірностей, на перший погляд, елементарні і

прості формули, можуть слугувати ефективним інструментом для всебічного аналізу ризиків, що супроводжують процес ведення міжнародної економічної діяльності. Також продемонструємо на прикладах, як за допомогою математичного апарату теорії ймовірностей можна не лише оцінювати ризики, але й передбачати можливий вплив постійно змінюваного зовнішнього середовища на економічні відносини. Такий підхід сприятиме глибшому розумінню динаміки ринку й забезпечить можливість ефективного управління як окремими викликами, так і цілими комплексами проблем, що виникають перед учасниками глобальних ринків в умовах високої невизначеності.

В чому сутність комерційних ризиків? Міжнародний комерційний ризик – це ймовірність виникнення фінансових втрат або недоотримання прибутку внаслідок впливу зовнішніх і внутрішніх факторів міжнародної економічної діяльності. Основними видами міжнародних комерційних ризиків є:

- валютні ризики;
- політичні ризики;
- кредитні ризики;
- логістичні ризики;
- ринкові ризики;
- інвестиційні ризики;
- ризики міжнародної конкуренції.

У міжнародному бізнесі ризики виникають через:

- нестабільність світової економіки;
- зміни міжнародного законодавства;
- коливання цін на світових ринках;
- економічні санкції;
- нестабільність валютних курсів;
- порушення міжнародних логістичних ланцюгів.

Саме тому міжнародні компанії активно використовують методи теорії ймовірностей для оцінки можливих наслідків економічної діяльності.

Теорія ймовірностей дозволяє визначати можливість настання певної події та оцінювати рівень економічного ризику. Використовуючи, на перший погляд, елементарну формулу класичного означення ймовірності її застосовують для:

- оцінки ризику збитків;
- аналізу успішності міжнародних контрактів;
- прогнозування валютних коливань;
- оцінки ризику невиконання угод.

Одним із найнебезпечніших міжнародних комерційних ризиків є

валютний ризик. Коливання валютних курсів можуть:

- зменшувати прибуток експортерів;
- підвищувати собівартість імпортової продукції;
- впливати на міжнародні інвестиції;
- змінювати конкурентоспроможність компаній.

Наведемо приклад, якщо ймовірність зміцнення долара становить 0,65, а ймовірність девальвації – 0,35, то компанія може прогнозувати можливі фінансові наслідки міжнародної діяльності.

Для мінімізації валютних ризиків міжнародні компанії використовують:

- валютне хеджування;
- диверсифікацію ринків;
- страхування ризиків;
- математичне прогнозування валютних коливань.

Розглянемо приклади на класичну і статистичну ймовірність у міжнародних комерційних ризиках і дамо їм економічну характеристику. Міжнародна компанія *Nestlé* здійснює експорт продукції до країн Європейського Союзу та Азії. Підприємство аналізує ризики міжнародної комерційної діяльності, пов'язані із затримкою поставок, зміною попиту та можливими фінансовими втратами. Для оцінки ризику компанія використовує класичну та статистичну ймовірність. Метою аналізу є:

- оцінка можливих фінансових втрат;
- прогнозування стабільності міжнародної діяльності;
- прийняття ефективних управлінських рішень.

Приклад 1. Компанія укладає міжнародні контракти на постачання продукції. За результатами аналізу ринку встановлено, що із 20 можливих міжнародних контрактів – 14 контрактів є високоприбутковими; 4 контракти мають середній рівень прибутковості; 2 контракти можуть бути збитковими через високі логістичні ризики. Потрібно визначити:

- ймовірність укладання високоприбуткового контракту;
- ймовірність укладання збиткового контракту;
- економічний зміст отриманих результатів.

Розв'язання: Використовуючи класичне означення ймовірності $P(A) = \frac{14}{20} = \frac{7}{10} = 0,7$ (або 70%), отримаємо, що ймовірність укладання високоприбуткового міжнародного контракту становить 70 %. Ймовірність збиткового контракту буде становити $P(B) = \frac{2}{20} = \frac{1}{10} = 0,1$ (або 10%).

Як ми бачимо, класичне означення ймовірності у міжнародному бізнесі використовується для:

- оцінки ризику укладання контрактів;
- аналізу комерційної безпеки;
- прогнозування фінансових результатів;
- оцінки ефективності зовнішньоекономічної діяльності.

Але є як і позитивні так і негативні фактори впливу, тобто позитивними є висока ймовірність прибуткової діяльності, стабільний попит на продукцію та ефективна міжнародна логістика. Негативними – ризик фінансових втрат, можливі логістичні проблеми, вплив валютних коливань і міжнародна конкуренція.

Приклад 2. Компанія проаналізувала результати міжнародної діяльності за останні 5 років. За цей період було здійснено 250 міжнародних поставок, у 35 випадках виникли затримки поставок, а у 18 випадках компанія зазнала фінансових збитків через валютні коливання. Потрібно:

- визначити статистичну ймовірність затримки поставок;
- визначити статистичну ймовірність валютних збитків;
- зробити економічний аналіз отриманих результатів.

Розв'язання: Застосовуючи формулу статистичної ймовірності отримаємо $W(A) = \frac{35}{250} = \frac{7}{50} = 0,14$ (або 14%), а ймовірність валютних збитків буде становити – $W(B) = \frac{18}{250} = \frac{9}{125} = 0,072$ (або 7,2%). Економічна складова статистичної ймовірності базується на реальних економічних даних діяльності підприємства. У міжнародному бізнесі вона використовується для: аналізу ефективності міжнародної логістики; прогнозування фінансових ризиків; оцінки стабільності міжнародних поставок; аналізу валютних ризиків; оцінки надійності міжнародних партнерів.

Представимо у вигляді таблиці 1 порівняння класичної та статистичної ймовірності:

Таблиця 1

показники	класична	статистична
Основа розрахунку	Теоретичні можливості	Реальні статистичні дані
Джерело інформації	Математична модель	Результати діяльності компанії
Точність прогнозу	Теоретична	Практична
Застосування	Планування	Аналіз реальної діяльності

Аналізуючи економічний аналіз на представлених прикладах, можна зробити наступні висновки. Про що свідчить ймовірність затримки поставок або логістичні ризики, 14 % – про існування проблем у міжнародних логістичних ланцюгах. Які можуть бути причини? Це і перевантаження портів

і нестача транспортних ресурсів, і митні затримки, і політичні обмеження. Яку практичну складову отримає компанія це збільшення страхових резервів, диверсифікація транспортних маршрутів та оптимізація систем складських приміщень. Ймовірність валютних збитків 7,2 % характеризує залежність міжнародного бізнесу від валютних курсів, в свою чергу компанія може використовувати валютне хеджування; проводити розрахунки у стабільних валютах; диверсифікувати міжнародні ринки. Аналізуючи міжнародну конкурентноспроможність, тобто високу ймовірність прибуткових контрактів 70 % це свідчить про сильні позиції компанії на міжнародному ринку, високу якість продукції, ефективну маркетингову стратегію та стабільний міжнародний попит. Все це в сукупності показує, що міжнародна діяльність компанії є:

- економічно ефективною;
- відносно стабільною;
- помірно ризиковою.

Проте міжнародні ризики залишаються суттєвим фактором впливу на прибутковість компанії.

Теорія ймовірностей є важливим інструментом оцінки міжнародних комерційних ризиків. Її застосування дозволяє підприємствам прогнозувати результати економічної діяльності, оцінювати можливі фінансові втрати та приймати ефективні управлінські рішення.

Ймовірнісні методи сприяють підвищенню стабільності міжнародного бізнесу, мінімізації ризиків та оптимізації використання ресурсів. У сучасному глобальному економічному середовищі саме використання математичного моделювання забезпечує підприємствам можливість ефективно адаптуватися до змін міжнародного ринку та зберігати конкурентні переваги.

Список використаних джерел:

1. Теорія ймовірностей і математична статистика / В. С. Михайлов, І. А. Ковтун. – Київ : Центр учбової літератури, 2020. – 512 с.
2. Математичні методи в економіці / О. І. Черняк. – Київ : КНЕУ, 2019. – 376с.
3. Міжнародна економіка / А. П. Голіков, О. А. Довгаль. – Київ : Центр навчальної літератури, 2021. – 623 с.
4. Risk Management in International Business / V. Edwards. – London : Routledge, 2020. – 448 p.
5. Probability and Statistics for Business and Economics / D. Anderson, D. Sweeney, T. Williams. – Boston : Cengage Learning, 2020. – 784 p.
6. World Trade Organization. International Trade Statistics. – Режим доступу: URL: <https://surl.li/bhurzi>

Данильчук Оксана Миколаївна 

канд. пед. наук, доцент, доцент кафедри прикладної математики та кібербезпеки
факультету інформаційних та прикладних технологій
Донецький національний університет імені Василя Стуса, Україна

Манофа Анастасія Юрївна

здобувачка вищої освіти економічного факультету
Донецький національний університет імені Василя Стуса, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ТЕОРІЇ ЙМОВІРНОСТЕЙ ДЛЯ ОЦІНКИ РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКОНОМІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ У МІЖНАРОДНОМУ БІЗНЕСІ

Сучасний міжнародний бізнес функціонує в умовах високої невизначеності, постійною мінливістю, високим ступенем невизначеності, нестабільності світових ринків та значного впливу зовнішніх факторів. Коливання валютних курсів, зміни попиту, політичні ризики, міжнародна конкуренція та економічні кризи впливають на результати діяльності підприємств. У таких умовах важливого значення набувають математичні методи аналізу економічних процесів, серед яких особливе місце займає теорія ймовірностей.

У процесі прийняття управлінських рішень економісти постійно стикаються з ризиками, що обумовлені змінами на ринках, коливанням рівня прибутковості певних товарів і послуг та іншими непередбачуваними факторами. Теорія ймовірностей надає можливість визначати очікувані дохідності активів, раціонально розподіляти можливі результати, а також передбачати та оцінювати ймовірність настання збитків. В загальному, випадковою величиною вважається величина, яка внаслідок випробування може прийняти одне з можливих значень, причому заздалегідь ми не знаємо яке саме. В економічному ж контексті цими величинами є прибуток підприємства, курс іноземних валют або обсяг попиту на певний товар або послугу.

Методи теорії ймовірностей дозволяють оцінювати можливі результати економічної діяльності, прогнозувати ризики та приймати обґрунтовані управлінські рішення. Ймовірнісний підхід дає можливість враховувати невизначеність економічного середовища та визначати найбільш ефективні стратегії розвитку підприємств у міжнародному бізнесі.

Метою статті є дослідження застосування методів теорії ймовірностей для оцінки результатів економічної діяльності у міжнародному бізнесі та аналіз їх практичного значення для сучасних підприємств.

Теорія ймовірностей – це розділ математики, який вивчає закономірності випадкових подій та методи оцінки їх імовірності. У міжнародній економіці ймовірнісні методи використовуються для аналізу невизначених економічних процесів і прогнозування можливих результатів діяльності підприємств.

Основними напрямками застосування теорії ймовірностей у міжнародному бізнесі є: оцінка економічних ризиків, аналіз попиту на міжнародних ринках, оцінка валютних ризиків, управління інвестиційними проектами та прогнозування фінансових результатів.

Однією з основних сфер застосування теорії ймовірностей є оцінка економічних ризиків. Будь-яка міжнародна компанія стикається з ризиками, які пов'язані з коливанням валютних курсів або змінами митної політики, або політичною нестабільністю, або зміною світових цін, або ризиком невиконання контрактів. Для оцінки ризику використовують ймовірність настання несприятливої події і такі розрахунки допомагають міжнародним компаніям сформувати резервні фонди, страхувати ризики та приймати рішення щодо міжнародних інвестицій.

Одним із головних понять, що використовуються для аналізу фінансових стратегій, є числові характеристики випадкових величин. Математичне сподівання виступає як середній очікуваний прибуток, одразу враховуючи ймовірність різних варіантів розвитку подій. В той же час дисперсія та середнє квадратичне відхилення є показником відхилення результатів від середнього значення, що в економіці має таку назву як рівень ризику. За допомогою коефіцієнта варіації ми можемо порівнювати альтернативні проекти, які мають різні очікувані прибутки, оскільки можемо виміряти ризик на одиницю доходу. Чим більше варіюються отримані результати, тим ризикованою вважається інвестиція.

Порахуємо оцінку ризику та очікуваний прибуток, на прикладі компанії *Apple Inc.* При виході на новий ринок.

Постановка задачі. Міжнародна компанія *Apple Inc.* планує розширення продажу продукції на ринку Південно-Східної Азії. Компанія аналізує можливість відкриття нового логістичного та сервісного центру у регіоні для збільшення продажу продукції. Однак діяльність компанії залежить від багатьох факторів: рівня попиту, валютних коливань, митної політики, конкуренції з боку місцевих виробників, логістичних ризиків та політичної

стабільності регіону. Тому було запропоновано 4 можливі сценарії розвитку подій таблиця 1.

Таблиця 1

сценарій	прибуток	ймовірність
Високий попит на стабільний ринок	950	0,35
Середній попит	600	0,40
Валютна нестабільність та зниження продажів	150	0,15
Економічна криза та збитки	-400	0,10

Необхідно:

- обчислити очікуваний прибуток компанії;
- визначити ризик збиткової діяльності;
- обчислити числові характеристики прибутку;
- проаналізувати та зробити висновок отриманих результатів.

Розв'язання. Знаходимо математичне сподівання (очікуваний прибуток):

$$M(X) = 950 \cdot 0,35 + 600 \cdot 0,4 + 150 \cdot 0,15 + (-400) \cdot 0,1 = 555.$$

Збиткова ситуація виникає лише в одному сценарії, якщо економічна криза, тобто $P = 0,1$ (або 10%).

Знаходимо числові характеристики:

$$M(X^2) = 950^2 \cdot 0,35 + 600^2 \cdot 0,4 + 150^2 \cdot 0,15 + (-400)^2 \cdot 0,1 = 479250,$$

$$D(X) = M(X^2) - (M(X))^2 = 479250 - 555^2 = 171225,$$

$$\sigma(X) = \sqrt{D(X)} = \sqrt{171225} \approx 413,7934.$$

Отримане математичне сподівання, яке дорівнює 555 млн. доларів, означає високу потенційну прибутковість проекту, тобто для міжнародної компанії це означає, що інвестування у новий ринок у середньому є економічно вигідним. Щодо аналізу збитків, який становить 10% можливий збиток є значним, а саме -400 млн. доларів, що демонструє високий рівень фінансового ризику міжнародних інвестицій.

Аналізуючи великі значення числових характеристик можна зробити наступні висновки, про нестабільність майбутніх доходів, сильну залежність від міжнародної економічної ситуації, високий вплив валютних ризиків та чутливість до глобальної конкуренції.

Підводячи підсумок розв'язаної задачі компанія може використовувати результати аналізу для управління ризиками (страхування валютних ризиків або створення резервного капіталу), оптимізації міжнародної діяльності

(вибору оптимального ризику або планування обсягів інвестицій, або прогнозування прибутковості), стратегічного планування (аналізу конкурентного середовища або ефективності міжнародної експансії) та впливу глобальних економічних факторів (інфляції або світових цін, або валютних курсів, або міжнародних санкцій, або політичної нестабільності).

Методи теорії ймовірностей відіграють важливу роль у сучасному міжнародному бізнесі і є важливим інструментом оцінки результатів економічної діяльності міжнародних компаній. Їх застосування дозволяє оцінювати економічні ризики, прогнозувати результати діяльності підприємств, аналізувати валютні коливання та підвищувати ефективність управлінських рішень. На прикладі *Apple Inc.* видно, що ймовірнісний аналіз дозволяє:

- оцінити очікуваний прибуток;
- визначити рівень економічного ризику;
- проаналізувати стабільність доходів;
- прогнозувати ефективність міжнародних інвестицій;
- приймати обґрунтовані стратегічні рішення.

Таким чином, використання теорії ймовірностей у міжнародному бізнесі сприяє підвищенню ефективності управління підприємством та забезпечує більш точне прогнозування результатів економічної діяльності.

Список використаних джерел:

1. International Monetary Fund. – Режим доступу URL: <https://www.imf.org/en/home>
2. World Bank. Global Economic Prospects. – Режим доступу URL: https://www.worldbank.org/ext/en/home?utm_source=chatgpt.com
3. Економіко-математичне моделювання / М. В. Афанасьєв. – Харків : ІНЖЕК, 2018. – 320 с.
4. Математичні методи в економіці / О. І. Черняк. – Київ : КНЕУ, 2019. – 376 с.
5. Міжнародна економіка / А. П. Голюков, О. А. Довгаль. – Київ : Центр навчальної літератури, 2021. – 623 с.
6. Теорія ймовірностей і математична статистика / В. С. Михайлов, І. А. Ковтун. – Київ : Центр учбової літератури, 2020. – 512 с.

SECTION 6.

LAW AND INTERNATIONAL LAW

Фоменко Андрій Євгенович 

д-р. юрид. наук, професор,
професор кафедри публічного права

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Україна

ПРОБЛЕМИ КРИМІНАЛЬНО-ПРАВОВОЇ КВАЛІФІКАЦІЇ НЕЗАКОННОГО ПЕРЕМІЩЕННЯ ТА ДЕПОРТАЦІЇ ДІТЕЙ ПІД ЧАС ВОЄННОГО СТАНУ: МІЖНАРОДНО-ПРАВОВИЙ ТА НАЦІОНАЛЬНИЙ ВИМІР

Анотація. Ця робота — про те, як українське законодавство та міжнародне право намагаються назвати речі своїми іменами там, де йдеться про найбільш вразливу категорію жертв сучасної війни — дітей. Незаконне переміщення дітей з окупованих територій, фільтраційні табори, примусова евакуація в російську федерацію, зміна прізвищ та нав'язування нового громадянства — це вже не поодинокі випадки, а системна практика. Але чи готова до цього правова система? Виявляється, на стику міжнародного гуманітарного права, Римського статуту та Кримінального кодексу України виникає безліч сірих зон. Автор доходить до невтішного, але чесного висновку: те, що ми бачимо в реальності, часто ламає класичні конструкції кримінального права. Як кваліфікувати депортацію, якщо вона оформлена «опікунськими радами» та «актами про евакуацію»? Чи можна вважати незаконне переміщення геноцидом згідно зі ст. 442 КК України без доказу спеціального умислу? Де межа між воєнним злочином (ст. 438) та злочином проти людяності, коли жертвами стають немовлята? Окремий фокус — на практичній кваліфікації: відсутність спеціалізованих роз'яснень Верховного Суду щодо застосування статей 438 та 442 КК України, проблема доведення «примусовості» переміщення в суді, а також неможливість прямого застосування деяких міжнародних норм у національних судах. Крім того, розглядається, чому навіть очевидні факти викрадення дітей часто «зависають» між складами злочинів — то як торгівля людьми (ст. 149), то як незаконне позбавлення волі (ст. 146). Національний вимір тут тісно переплітається з міжнародним: чи будуть свідчення українських свідків прийняті Міжнародним кримінальним судом? Чи можна отримати правову допомогу від країн, куди цих дітей вивезли? Автор не дає простих відповідей — натомість пропонує чіткі зони законодавчого доопрацювання: від доповнення приміток до статей КК до змін у методиках кваліфікації воєнних злочинів слідчими та прокурорами.

Ключові слова: діти, незаконне переміщення, депортація, воєнний стан, кримінально-правова кваліфікація, міжнародне гуманітарне право, міжнародне кримінальне право, Україна.

Вступ

Коли ми говоримо про злочини війни, у нашій уяві зазвичай постають

руїни міст, зруйнована інфраструктура чи лінія фронту. Але є злочини, які не залишають вирв від снарядів, однак болять значно довше й глибше. Це — зниклі діти. Ті, кого не просто перемістили з однієї точки на карту в іншу, а вирвали з контексту рідної мови, культури, родини, документів. І зробили це не випадково, а системно, під час воєнного стану.

З 2014 року, а з повномасштабним вторгненням — особливо, Україна зіткнулася з явищем, для якого у мирному праві бракувало не лише слів, але й чітких механізмів кваліфікації. Незаконне переміщення та депортація дітей стали не побічним ефектом бойових дій, а самостійною ціллю: змінити демографічний склад, стерти ідентичність, нав'язати «іншу батьківщину». Міжнародне право забороняє таке — Женевські конвенції, Римський статут, резолюції ООН. Але коли справа доходить до національних судів, допитів свідків, складання обвинувальних актів, виникає прірва між тим, що є злом *de jure*, і тим, що вдається довести *de facto*.

Це дослідження — про розриви та шви на тканині кримінального закону. Що робити слідчому, який фіксує факт вивезення дитини на територію іншої держави, але не може беззаперечно довести умисел на депортацію? Як відрізнити примусову евакуацію, яка ще може тлумачитися як «турбота про безпеку», від воєнного злочину? І де межа, після якої кожне переміщення тисяч дітей через «фільтраційні табори» перетворюється з адміністративної наруги на геноцид — згідно зі статтею 442 Кримінального кодексу України?

Практика доводить: ми зіткнулися з ситуацією, коли міжнародні норми існують ніби в паралельному всесвіті, а особи, які здійснюють застосування норм права залишаються сам на сам із прогалинами в законодавстві, застарілою судовою практикою та відсутністю єдиних підходів до кваліфікації. Спробою зібрати цей пазл — від Римського статуту до конкретного епізоду протоколу допиту — і є ця робота. Ми не шукатимемо легких відповідей. Бо їх немає. Але спробуємо поставити правильні запитання: як зробити так, щоб жодна депортована дитина не загубилася не лише в бюрократичних звітах, а й у правовому полі? Щоб «злочин без слідів» отримав чітку кримінально-правову формулу, а міжнародні зобов'язання запрацювали на рівні конкретного складу злочину. Адже якщо право неспроможне захистити дитину під час війни — воно не захистить нікого.

1. Міжнародно-правові засади заборони незаконного переміщення та депортації дітей

1.1. Генеза міжнародних норм про захист дітей у збройних конфліктах

Захист цивільного населення під час збройних конфліктів є одним із найдавніших принципів міжнародного гуманітарного права. Однак тривалий

час дитина не виокремлювалася як особлива категорія потерпілих — вважалася достатнім загального захисту цивільних осіб. Ситуація змінилася після Другої світової війни, коли масштаби страждань дітей спонукали міжнародну спільноту до створення спеціалізованих механізмів.

Женевська конвенція про захист цивільного населення під час війни 1949 року [1] стала першим універсальним договором, який прямо заборонив депортацію цивільних осіб з окупованої території. Стаття 49 Конвенції встановлює: «Індивідуальне або масове примусове переміщення, а також депортація цивільних осіб з окупованої території на територію держави-окупанта чи будь-якої іншої держави, незалежно від їх мотивів, забороняються» [1]. Важливо, що ця заборона є абсолютною — жодні обставини, включно з воєнною необхідністю, не можуть її виправдати. Додатковий протокол II до Женевських конвенцій 1977 року [2] поширив дію цих норм на неміжнародні збройні конфлікти, що особливо актуально для сучасних війн.

Наступним етапом стало прийняття Конвенції ООН про права дитини 1989 року [3], яка запровадила принцип «найкращого забезпечення інтересів дитини» як основний орієнтир для всіх дій щодо дітей. Статті 9, 10 та 11 Конвенції закріплюють право дитини не розлучатися з батьками всупереч їхньому бажанню та забороняють незаконне переміщення дітей за кордон. Однак проблема полягає в тому, що ці норми розроблялися переважно для мирного часу, а в умовах воєнного стану їхнє застосування стикається з низкою перешкод. Як слушно зазначає О. Захарова, «депортація дітей під час війни є особливо жорстоким злочином, оскільки вона спрямована не лише на фізичне переміщення, а на знищення ідентичності, мовної та культурної приналежності» [4, с. 45].

1.2. Римський статут Міжнародного кримінального суду та кваліфікація депортації дітей

Римський статут Міжнародного кримінального суду 1998 року [5] став найважливішим документом, який криміналізував незаконне переміщення та депортацію як воєнні злочини та злочини проти людяності. Стаття 7 Статуту відносить до злочинів проти людяності «депортацію або насильницьке переміщення населення» (пункт d) та «інші нелюдські діяння подібного характеру, що навмисно завдають сильних страждань» (пункт k) [5]. Особливу увагу варто звернути на статтю 8(2)(a)(vii) та 8(2)(b)(viii), які визнають воєнним злочином «депортацію або переміщення населення окупованої території в межах чи за її межі». Важливо, що для кваліфікації за Римським статутом не потрібно доводити спеціальний умисел на геноцид — достатньо

встановити факт примусового переміщення.

Однак практика Міжнародного кримінального суду свідчить про складнощі доказування елементів цих злочинів. У справі «Прокурор проти Нтаганди» [6] Суд зазначив, що «депортація» передбачає перетин міжнародного кордону, тоді як «насильницьке переміщення» може відбуватися в межах однієї держави. Це розмежування є критичним для України, адже значна частина незаконного переміщення дітей відбувається спочатку в межах тимчасово окупованих територій (наприклад, перевезення дітей з Маріуполя до Бердянська), а вже потім — через державний кордон до російської федерації чи Білорусі.

Науковець Т. Маринич наголошує: «Ключова проблема кваліфікації за Римським статутом полягає в необхідності доведення "примусовості". Окупаційна влада часто маскує незаконне переміщення під "евакуацію", "оздоровлення" чи "гостьові програми", що ускладнює встановлення суб'єктивної сторони злочину» [7, с. 112].

1.3. Конвенція Ради Європи про захист дітей від сексуальної експлуатації та сексуального насильства: непридатність для воєнних реалій

Варто окремо зупинитися на Конвенції Ради Європи про захист дітей від сексуальної експлуатації та сексуального насильства (Лансаротська конвенція) [8], яку іноді помилково намагаються застосовувати до ситуації незаконного переміщення дітей. Цей документ має зовсім інший предмет регулювання — боротьбу з сексуальними злочинами проти дітей — і не містить норм про депортацію чи незаконне переміщення під час війни. На жаль, в інформаційному просторі трапляються спроби поширити дію Лансаротської конвенції на викрадення дітей російською федерацією. Це є юридично некоректним і може створювати хибне враження про наявність відповідних механізмів захисту. Єдиним належним інструментом у даному випадку є Женевські конвенції, Римський статут та Конвенція про права дитини. Міжнародне право містить розгалужену систему норм, які забороняють незаконне переміщення та депортацію дітей під час збройних конфліктів. Однак ці норми мають низку прогалин: по-перше, вони не містять чітких критеріїв відмежування незаконної депортації від «евакуації»; по-друге, механізми імплементації цих норм у національне кримінальне право різних держав суттєво відрізняються; по-третє, сама процедура доказування елементів складу злочину є надзвичайно складною в умовах активної фази війни.

2. Кримінально-правова характеристика незаконного переміщення та депортації дітей за законодавством України

2.1. Стаття 438 КК України: порушення законів та звичаїв війни

Основним складом злочину, за яким кваліфікуються факти незаконного переміщення та депортації дітей в Україні, є стаття 438 Кримінального кодексу України «Порушення законів та звичаїв війни» [9]. Частина 1 цієї статті передбачає відповідальність за «жорстоке поводження з військовополоненими або цивільним населенням, вигнання цивільного населення для примусових робіт, розграбування національних цінностей на окупованій території, застосування засобів ведення війни, заборонених міжнародним правом», а також «інші порушення законів та звичаїв війни, передбачені міжнародними договорами».

Поняття «вигнання цивільного населення» у контексті цієї статті охоплює й депортацію дітей. Однак формулювання «інші порушення» є оціночним і створює проблеми для правозастосування. Заступниця Генерального прокурора В. Литвинова зазначає: «Слідчі часто губляться, коли стикаються з випадками, які прямо не описані в диспозиції статті 438. Адже там немає окремого слова "діти" чи "депортація". Доводиться щоразу доводити, що незаконне переміщення дитини — це й є жорстоке поводження з цивільним населенням» [10].

Важливою проблемою є відсутність у КК України окремого складу злочину «незаконна депортація» або «незаконне переміщення дітей в умовах воєнного стану». Натомість у кримінальному законодавстві багатьох європейських країн такі норми існують. Наприклад, Кримінальний кодекс Німеччини (§ 7 Völkerstrafgesetzbuch) прямо передбачає відповідальність за депортацію цивільного населення як окремий воєнний злочин [11].

2.2. Стаття 442 КК України: геноцид — чи можна її застосувати?

Частина друга статті 442 КК України встановлює відповідальність за геноцид — «діяння, вчинене з метою знищення повністю або частково будь-якої національної, етнічної, расової чи релігійної групи шляхом... примусового переміщення дітей з однієї групи до іншої» [9]. Ця норма дослівно відтворює статтю II Конвенції про запобігання злочину геноциду 1948 року [12]. На перший погляд, незаконне переміщення та депортація українських дітей до росії підпадають саме під цю кваліфікацію. Адже мета такої депортації — змінити національну та культурну ідентичність дитини, «перетворити» українську дитину на росіянина. Проте на практиці довести склад геноциду за статтею 442 надзвичайно складно через необхідність встановлення спеціального умислу — *dolus specialis* — а саме наміру знищити українську національну групу повністю або частково.

Як слушно зауважує дослідник міжнародного права А. Кориневич, «спеціальний умисел у геноциді — це найскладніший для доказування елемент. Прокурор має довести, що депортація дітей була не просто побічним ефектом війни чи методом "оздоровлення", а саме цілеспрямованою політикою знищення українців як групи» [13, с. 78]. За наявних доказів — заяв російських посадовців про «збирання російського світу», «захист співвітчизників», масовий характер депортацій — є всі підстави стверджувати про наявність такого умислу. Однак українські суди досі не мають усталеної практики тлумачення статті 442.

2.3. Суміжні склади: торгівля людьми (ст. 149) та незаконне позбавлення волі (ст. 146)

У багатьох випадках прокурори обирають «безпечніший» шлях — кваліфікують незаконне переміщення дитини за статтею 149 КК України (торгівля людьми або інша незаконна угода щодо дитини) або статтею 146 (незаконне позбавлення волі або викрадення людини) [9]. Такий підхід має як переваги, так і недоліки. Переваги — ці статті мають деталізовані диспозиції, розроблену судову практику та простіший механізм доказування. Недоліки — вони не відображають справжньої суспільної небезпеки діяння, не враховують його воєнного контексту та, що найголовніше, не дають змоги застосувати принцип універсальної юрисдикції за кордоном.

Проілюструємо на прикладі. Дитину вивезли з Херсона до Криму, змінили їй документи, визначили в російську школу. Кваліфікація за ст. 149 (торгівля людьми) потребуватиме доведення факту купівлі-продажу або іншої відплатної угоди, чого може не бути. Кваліфікація за ст. 438 (воєнний злочин) потребуватиме доведення зв'язку зі збройним конфліктом. Кваліфікація за ст. 442 (геноцид) — доведення спеціального умислу. В результаті слідчий опиняється в ситуації вибору між неповною або ризикованою кваліфікацією.

Практик у сфері кримінального права І. Федоренко зазначає: «Я бачив десятки епізодів вивезення дітей, жоден з яких не був кваліфікований "ідеально". Ми завжди чогось недотягуємо: або докази примусовості слабкі, або не можемо довести умисел на геноцид, або матеріали з окупованої території зібрати неможливо. Це системна проблема» [14].

2.4. Проблема розмежування суміжних складів та конкуренції норм

Окремою проблемою є конкуренція кримінально-правових норм, коли одне діяння підпадає під ознаки одразу кількох статей. Для незаконної депортації дитини типовими є конкуренції між ст. 438, ст. 442, ст. 149 та ст. 146. Загальне правило кваліфікації при конкуренції загальної та спеціальної норми (перевага спеціальної) тут не спрацьовує однозначно, адже

важко визначити, яка норма є «спеціальною» — та, що прямо згадує дітей (ст. 149), чи та, що описує воєнний контекст (ст. 438).

Судова практика з цього питання практично відсутня, а наявні роз'яснення Верховного Суду мають загальний характер. У Постанові Пленуму Верховного Суду України № 5 від 29 березня 2012 року «Про практику застосування судами кримінального законодавства про злочини проти миру, безпеки людства та міжнародного правопорядку» [15] зазначено, що при кваліфікації воєнних злочинів слід керуватися міжнародними договорами. Однак ця постанова не враховує специфіки дій щодо дітей та не дає відповіді на питання конкуренції.

Національне кримінальне законодавство України формально дозволяє притягнути до відповідальності за незаконне переміщення та депортацію дітей за кількома статтями (438, 442, 149, 146). Однак на практиці правозастосування стикається з низкою проблем: розмитість диспозиції ст. 438, надзвичайно високий поріг доказування спеціального умислу для ст. 442, ризик «заниження» кваліфікації до ст. 149 або 146, що не відображає воєнного характеру злочину, а також відсутність єдиної судової практики та роз'яснень Верховного Суду.

3. Практичні проблеми кваліфікації та доказування

3.1. Проблема доказування «примусовості» переміщення

Як зазначалося вище, ключовою ознакою незаконної депортації є її примусовий характер. Однак в умовах війни окупаційна влада часто маскує примус під «добровільну евакуацію», «вивіз в безпечне місце», «оздоровчі програми» або «гостьове перебування». Батькам та дітям пропонують підписати документи «про згоду» під погрозою залишитися без їжі, води, тепла або під прямою загрозою застосування сили. Практика фіксації таких злочинів свідчить, що в більшості випадків єдині докази примусу — це показання свідків (саміх дітей, які вижили, або їхніх батьків, які згодом повернулися). Однак далеко не всі діти можуть бути допитані належним чином. Діти, які залишаються на території росії або окупованих територій, фактично недоступні для українських слідчих. А діти, яких вдалося повернути, часто перебувають у стані психологічної травми, що ускладнює їхній допит.

Психологиня-криміналістка Н. Лесик зауважує: «Дитина, яка пережила депортацію, часто не може відтворити події лінійно, плутається в часових проміжках, забуває обличчя тих, хто її вивозив. Але це не означає, що вона бреше. Це означає, що ми маємо адаптувати процедуру допиту до потреб дитини, а не вимагати від дитини відповідати шаблонам дорослого

процесу» [16].

3.2. Проблема територіальної юрисдикції та доступу до доказів

Значна частина доказів незаконного переміщення та депортації дітей знаходиться на тимчасово окупованих територіях або на території російської федерації. Українські слідчі не мають до них доступу. Міжнародне співробітництво з росією припинене. Навіть ті докази, які вдається отримати через міжнародні організації (ООН, ОБСЄ, МКСХ), часто мають статус «інформації» або «звіту», а не «доказу» в розумінні КПК України.

Слідчий С. Воронов ділиться досвідом: «Ми отримуємо доповіді моніторингових місій ООН, де чорним по білому написано: "зафіксовано незаконне переміщення дітей з Маріуполя до Таганрога". Але суд може не прийняти цей звіт як належний доказ, бо він не відповідає вимогам нашого КПК щодо допустимості. Ми змушені заново збирати первинні матеріали, але як це зробити, якщо свідки в окупації?» [17]. Одним із варіантів вирішення цієї проблеми є ширше використання інституту міжнародної правової допомоги (з країнами, де перебувають депортовані діти), але більшість таких країн (росія, білорусь) не співпрацюють. Окремі успішні випадки повернення дітей з росії (через посередництво Катару, ОАЕ, Туреччини) створюють прецеденти, але не вирішують системної проблеми.

3.3. Проблеми кваліфікації при множинності епізодів та суб'єктів злочину

Незаконне переміщення дітей рідко є одноразовою дією однієї особи. Зазвичай це ланцюжок подій: вивезення з місця проживання, перевезення через КПП, тимчасове розміщення в таборі, перетин кордону, розподіл по дитячих будинках або сім'ях, зміна документів, надання нового громадянства. На кожному етапі задіяні різні суб'єкти — військові, працівники так званих «МНС», посадовці окупаційних адміністрацій, співробітники дитячих установ, судді, що ухвалюють рішення про позбавлення батьківських прав.

Кваліфікація дій кожного з цих осіб потребує окремого підходу. Для одних це може бути виконання злочинного наказу (якщо вони діяли під загрозою), для інших — співучасть у воєнному злочині, для третіх — безпосереднє вчинення. Наразі в Україні відсутні методичні рекомендації щодо кваліфікації дій різних категорій осіб, причетних до депортації дітей.

Практичні проблеми кваліфікації незаконного переміщення та депортації дітей під час воєнного стану є надзвичайно складними та багатоаспектними. Вони охоплюють доказування примусовості, доступ до доказів на окупованих територіях, кваліфікацію дій різних суб'єктів злочину, адаптацію процедур допиту дітей до їхніх вікових та психологічних особливостей. Вирішення цих проблем потребує не лише змін до законодавства, але й системної роботи з

підвищення кваліфікації слідчих, прокурорів та суддів, а також активної міжнародної співпраці.

Висновки

Підсумовуючи проведені дослідження, сформулюємо основні висновки та пропозиції. Міжнародне право містить достатню нормативну базу для заборони незаконного переміщення та депортації дітей під час збройних конфліктів. Основні джерела — Женевська конвенція про захист цивільного населення (1949), Додатковий протокол II (1977), Конвенція про права дитини (1989), Римський статут МКС (1998). Однак імплементація цих норм у національне законодавство та правозастосовчу практику України є неповною та суперечливою.

Кримінальний кодекс України дозволяє кваліфікувати незаконне переміщення та депортацію дітей за статтями 438 (порушення законів та звичаїв війни), 442 (геноцид), 149 (торгівля людьми) та 146 (незаконне позбавлення волі). Кожна з цих статей має недоліки: ст. 438 — розмитість диспозиції; ст. 442 — надзвичайно високий поріг доказування спеціального умислу; ст. 149 та 146 — не враховують воєнного контексту.

Головними практичними проблемами кваліфікації є: доведення примусовості переміщення (окупаційна влада маскує депортацію під «евакуацію»); відсутність доступу до доказів на окупованих територіях та в Росії; відсутність єдиної судової практики та роз'яснень Верховного Суду; конкуренція кримінально-правових норм; складність допиту дітей, які пережили депортацію.

Для вирішення зазначених проблем пропонується:

— внести зміни до ст. 438 КК України, виклавши її в новій редакції, яка б прямо передбачала відповідальність за «незаконну депортацію або незаконне переміщення дітей під час воєнного стану або збройного конфлікту»;

— розробити та затвердити методичні рекомендації Генеральної прокуратури щодо кваліфікації незаконного переміщення та депортації дітей, які б містили чіткі критерії розмежування складів злочинів;

— ініціювати надання роз'яснення Пленуму Верховного Суду щодо застосування статей 438, 442 КК України в частині незаконного переміщення дітей;

— запровадити спеціальні програми підготовки слідчих та прокурорів з методики допиту дітей, які постраждали від депортації, із залученням дитячих психологів;

— активізувати міжнародне співробітництво в рамках механізмів МКС та Євроюсту для отримання доказів з території країн-агресорів.

Без вирішення цих проблем тисячі українських дітей ризикують залишитися без правового захисту, а винні — без покарання. Це не лише питання кримінальної юстиції, а питання виживання української нації.

Список використаних джерел:

1. Женевська конвенція про захист цивільного населення під час війни від 12 серпня 1949 року // Офіційний вісник України. — 2005. — № 50. — Ст. 2857.
2. Додатковий протокол до Женевських конвенцій від 12 серпня 1949 року, що стосується захисту жертв міжнародних збройних конфліктів (Протокол II) від 8 червня 1977 року // Офіційний вісник України. — 2015. — № 56. — Ст. 1653.
3. Конвенція ООН про права дитини від 20 листопада 1989 року // Відомості Верховної Ради України. — 1991. — № 13. — Ст. 145.
4. Захарова О. В. Кримінально-правова охорона прав дитини в умовах збройного конфлікту / О. В. Захарова // Вісник Луганського державного університету внутрішніх справ. — 2021. — № 4. — С. 42–53.
5. Римський статут Міжнародного кримінального суду від 17 липня 1998 року // Офіційний вісник України. — 2001. — № 44. — Ст. 1573.
6. Prosecutor v. Ntaganda (Judgment) // ICC. — 2019. — Case No. ICC-01/04-02/06.
7. Маринич Т. С. Проблеми кваліфікації депортації як воєнного злочину / Т. С. Маринич // Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія «Право». — 2022. — Вип. 73. — С. 110–115.
8. Конвенція Ради Європи про захист дітей від сексуальної експлуатації та сексуального насильства (Лансаротська конвенція) від 25 жовтня 2007 року // Офіційний вісник України. — 2014. — № 39. — Ст. 1024.
9. Кримінальний кодекс України від 5 квітня 2001 року № 2341-III // Відомості Верховної Ради України. — 2001. — № 25–26. — Ст. 131.
10. Литвинова В. Складнощі кваліфікації воєнних злочинів проти дітей: інтерв'ю / В. Литвинова // Юридична газета. — 2024. — 15 березня. — URL: <https://yur-gazeta.com> (дата звернення: 15.05.2025).
11. Völkerstrafgesetzbuch (VStGB) vom 26. Juni 2002 (BGBl. I S. 2254). — Berlin: Bundesministerium der Justiz, 2002.
12. Конвенція про запобігання злочину геноциду та покарання за нього від 9 грудня 1948 року // Збірник чинних міжнародних договорів України. — 1990. — № 1. — С. 87–95.
13. Кориневич А. О. Геноцид: кримінально-правова характеристика та проблеми кваліфікації / А. О. Кориневич. — Київ: Юрінком Інтер, 2023. — 240 с.
14. Федоренко І. Розслідування незаконної депортації дітей: практичні кейси: інтерв'ю / І. Федоренко // Судово-юридична газета. — 2025. — 10 січня. — URL: <https://sud.ua> (дата звернення: 15.05.2025).
15. Постанова Пленуму Верховного Суду України № 5 від 29 березня 2012 року «Про практику застосування судами кримінального законодавства про злочини проти миру, безпеки людства та міжнародного правопорядку» // Вісник Верховного Суду України. — 2012. — № 5. — С. 3–11.
16. Лесик Н. Психологічні аспекти допиту дітей, які пережили депортацію / Н. Лесик // Психологія і право. — 2024. — № 2. — С. 56–68.
17. Воронов С. Доказування воєнних злочинів: виклики сьогодення / С. Воронов // Вісник прокуратури. — 2024. — № 8. — С. 22–30.

SECTION 7.

AGRICULTURAL SCIENCES AND FOODSTUFFS

Дудка Світлана 

старший викладач кафедри агрономії,
лісового та садово-паркового господарства
ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут», Україна

ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЧНОГО ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ КРАЇНИ

Анотація. У статті подано опис особливостей органічного вирощування картоплі в умовах Західного Лісостепу України. Розглянуто значення сівозміни, органічних добрив і біологічних засобів захисту рослин у формуванні врожайності та якості бульб. Установлено, що застосування органічних технологій сприяє підвищенню родючості ґрунту, зменшенню пестицидного навантаження та отриманню екологічно безпечної продукції. Визначено перспективність органічного картоплярства для сталого розвитку агровиробництва регіону.

У сучасних умовах розвитку аграрного виробництва зростає потреба у впровадженні екологічно безпечних технологій вирощування сільськогосподарських культур, зокрема картоплі. Органічне картоплярство набуває особливої актуальності у зв'язку зі зростанням попиту на якісну та безпечну продукцію харчування. Водночас вирощування картоплі в умовах Західного Лісостепу України ускладнюється поширенням хвороб, шкідників і забур'яненістю посівів, що потребує вдосконалення органічних технологій виробництва.[4] Сучасні наукові дослідження спрямовані на вивчення ефективності органічних добрив, біологічних засобів захисту рослин та адаптивних сортів картоплі. Тому актуальним є дослідження особливостей органічного вирощування картоплі з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов регіону та розроблення ефективних агротехнічних заходів для підвищення врожайності й якості продукції.

Картопля є однією з найважливіших продовольчих культур України та займає провідне місце у структурі харчування населення. В умовах зростання попиту на екологічно безпечну продукцію особливого значення набуває органічне вирощування картоплі. Органічне землеробство передбачає відмову від використання синтетичних мінеральних добрив і хімічних засобів захисту рослин, що сприяє збереженню родючості ґрунтів та екологічної рівноваги

агроекосистем. [3]

Умови Західного Лісостепу України характеризуються достатнім рівнем зволоження, помірними температурами та родючими ґрунтами, що створює сприятливі передумови для вирощування картоплі. Водночас значна кількість опадів сприяє розвитку грибкових хвороб, зокрема фітофторозу, що ускладнює ведення органічного виробництва.

Питання органічного вирощування картоплі широко висвітлені у працях вітчизняних і зарубіжних науковців. Значний внесок у дослідження технологій вирощування картоплі зробили А. А. Бондарчук, В. В. Кононученко, М. Я. Молоцький та інші, які розглядали особливості формування врожайності культури, сортові ресурси та адаптивність картоплі до умов вирощування. У наукових працях висвітлено агроекологічні основи органічного землеробства, зокрема роль органічних добрив і біологізації технологій. Проблеми захисту картоплі від хвороб і шкідників досліджували вітчизняні та зарубіжні науковці, які обґрунтували ефективність біологічних методів захисту рослин у системі органічного виробництва. Окремі дослідження присвячені впливу ґрунтово-кліматичних умов Західного Лісостепу України на ріст, розвиток, продуктивність картоплі та якість бульб. [4]

Незважаючи на значну кількість наукових праць, недостатньо вивченими залишаються питання комплексного застосування органічних технологій вирощування картоплі в умовах Західного Лісостепу України, зокрема ефективності поєднання органічних добрив, сидератів і біологічних засобів захисту рослин для забезпечення стабільної врожайності та екологічної безпеки продукції.

Західний Лісостеп України характеризується помірно континентальним кліматом із середньорічною кількістю опадів 600–700 мм. Основними типами ґрунтів є чорноземи опідзолені та сірі лісові ґрунти, які мають достатній рівень родючості та придатні для вирощування картоплі. Для органічного виробництва важливим є підтримання оптимального вмісту гумусу та біологічної активності ґрунту.

В органічному картоплярстві важливе значення має правильний підбір попередників. Найкращими попередниками для картоплі є зернобобові культури, багаторічні трави та сидерати. Дотримання науково обґрунтованої сівозміни дозволяє зменшити поширення шкідників і хвороб.

Одним із основних елементів технології є використання органічних добрив. Для удобрення картоплі застосовують гній, компости, сидеральні культури та біогумус. Органічні добрива покращують структуру ґрунту,

підвищують його вологоємність та забезпечують рослини елементами живлення.

Важливу роль у системі органічного виробництва відіграє механічний обробіток ґрунту та боротьба з бур'янами. Ефективними заходами є міжрядний обробіток, підгортання рослин та мульчування.

Найбільш поширеними хворобами картоплі в умовах Західного Лісостепу є фітофтороз, альтернаріоз та ризоктоніоз.

Фітофтороз є однією з найнебезпечніших хвороб картоплі, яка уражає листки, стебла та бульби. За сприятливих умов (висока вологість і помірна температура) хвороба швидко поширюється, що призводить до значного зниження врожайності та погіршення якості бульб. [1]

Альтернаріоз уражає переважно листовий апарат рослин, викликаючи появу темних плям із концентричними кільцями. Хвороба призводить до передчасного відмирання листя, зменшення фотосинтетичної активності та, як наслідок, зниження продуктивності картоплі. [1]

Ризоктоніоз проявляється ураженням бульб, паростків і кореневої системи. На бульбах утворюються темні склероції, а на паростках — виразки та відмирання тканин. Це призводить до зріджених сходів і ослаблення рослин на початкових етапах росту. [1]

В органічному виробництві для захисту рослин використовують біологічні препарати, такі як *Trichoderma spp.* — пригнічує збудників грибних хвороб у ґрунті (зокрема ризоктоніозу); *Bacillus subtilis* — ефективний проти фітофторозу та альтернаріозу; *Pseudomonas fluorescens* — стимулює ріст рослин і пригнічує патогени, (*Beauveria bassiana*) — для боротьби зі шкідниками, на основі корисних мікроорганізмів, а також дозволені природні речовини, а саме мідьвмісні препарати (у обмежених дозах) — проти грибкових хвороб; біосірка — для профілактики грибних інфекцій; настої та витяжки з рослин (часник, хвощ польовий, кропива); деревна зола — як фунгістатичний і живильний засіб. [1]

Такі засоби дозволяють знизити розвиток фітофторозу, альтернаріозу та ризоктоніозу без використання синтетичних пестицидів.

Для боротьби зі шкідниками застосовують біоінсектициди: бітоксібацилін (проти колорадського жука та його личинок), лепідоцид (проти листогризухих шкідників), препарати на основі *Bacillus thuringiensis*, фітоверм (аверсектин С) — дозволений у біозахисті проти широкого спектра шкідників, агротехнічні методи: дотримання сівозміни (щоб зменшити накопичення шкідників у ґрунті), своєчасне підгортання рослин, глибока осіння оранка, знищення післязбиральних решток, використання міжрядного

обробітку ґрунту та механічне знищення: ручне збирання колорадського жука та личинок, встановлення пасток, знищення уражених рослин. [1]

Важливе значення має вирощування сортів, стійких до хвороб і несприятливих умов середовища.

Сорти з відносною стійкістю до фітофторозу та ризоктоніозу: Слов'янка — середньопізній сорт, добра стійкість до листової форми фітофторозу, Беллароза (Bellarosa) — ранній сорт, відзначається відносною стійкістю та швидким досяганням, Рів'єра (Riviera) — ранньостиглий, дозволяє уникати піку розвитку хвороби, Арізона (Arizona) — середньоранній, підвищена стійкість до хвороб бульб, Санте — середньостиглий, добра польова стійкість, Тирас — української селекції, відносно стійкий до фітофторозу листя і бульб, Повінь / Пікассо — середньопізні, з помірною стійкістю.

Ефективність вирощування навіть стійких сортів значною мірою залежить від агротехніки: протруювання бульб біопрепаратами (*Trichoderma spp.*), дотримання сівозміни та уникнення перезволоження ґрунту.

Ранньостиглі сорти картоплі мають важливу перевагу в органічному виробництві, оскільки завдяки короткому вегетаційному періоду частково уникають масового розвитку шкідників і хвороб (зокрема колорадського жука та фітофторозу): Рів'єра (Riviera) — дуже ранній сорт, швидко формує бульби, «уникає» піку розвитку шкідників; Беллароза (Bellarosa) — ранній, стабільно формує врожай до масового поширення фітофторозу; Імпала (Impala) — ранньостиглий, характеризується швидким ростом і раннім досяганням; Арізона (Arizona) — ранній сорт із доброю адаптивністю та швидким формуванням врожаю; Жуковський ранній—дуже ранній, широко використовується у виробництві; Ред Скарлет (Red Scarlett) — ранній сорт із доброю лежкістю та вирівняними бульбами; Серпанок (української селекції) — ранньостиглий, добре адаптований до умов України. Такі сорти особливо ефективні в органічних системах, оскільки дозволяють зменшити кількість обробок біопрепаратами та знизити втрати врожаю за рахунок «виходу» з критичних періодів розвитку шкідників. [2]

Органічне картоплярство сприяє отриманню безпечної продукції високої якості, збереженню родючості ґрунтів та зменшенню негативного впливу на довкілля. Крім того, органічна продукція має підвищений попит на внутрішньому та зовнішньому ринках.

Органічне вирощування картоплі в умовах Західного Лісостепу України є перспективним напрямом сучасного агровиробництва. Ефективність органічної технології залежить від правильного підбору сортів, дотримання сівозміни, використання органічних добрив та біологічних засобів захисту

рослин. Застосування комплексу агротехнічних заходів дозволяє отримувати екологічно безпечну продукцію та забезпечувати сталий розвиток агроєкосистем. [3]

Список використаних джерел:

1. В. Положенець, Сергій Станкевич, Тетяна Рожкова. Хвороби картоплі та захист від них. – К.: БіоТехКнига, 2025. С. 208.
2. Картоплярство: Селекція / За редакцією А.А. Бондарчука, Т.М. Олійник. – Вінниця : ТОВ «ТВОРИ», 2020. – 624 с.
3. Картоплярство: Методика дослідної справи / За редакцією А.А. Бондарчука, В.А. Колтунова. – Вінниця : ТОВ «ТВОРИ», 2019. – 652 с.
4. Куценко В.С. Картопля / За ред. В.В. Кононученка, М.Я. Молоцького // Хвороби і шкідники. — Т. 2. — К., 2003. — 240 с.

Мотько Наталія Романівна 

канд. с-г. наук, доцент

*Львівський національний університет ветеринарної медицини
та біотехнологій імені С.З.Гжицького, Україна***Ткачук Віталій Мирославович** 

д-р. с-г. наук, в.о. доцента

*Львівський національний університет ветеринарної медицини
та біотехнологій імені С.З.Гжицького, Україна*

АМІНОКИСЛОТНИЙ ТА МІНЕРАЛЬНИЙ СКЛАД ВОВНИ ОВЕЦЬ ЗА ВПЛИВУ БІОДЕСТРУКЦІЇ МІКРООРГАНІЗМАМИ РУНА

Овеча вовна належить до групи кератинів, характерною особливістю яких є повноцінний набір амінокислот і, передусім, сульфурвмісних [1], які можуть використовуватися мікроорганізмами для синтезу власних протеїнів. Однак, використовувати їх можуть лише мікроорганізми, які володіють протеолітичними ензимами — екзопротеазами, здатними гідролізувати кератин до окремих амінокислот [2].

Тривала дія мікроорганізмів, приводить до зменшення суми усіх амінокислот, що входять до складу волокна. Потрібно відзначити, що при цьому суттєво зменшується кількість амінокислот, які формують дисульфідні зв'язки, а саме цистину і метіоніну, а також амінокислот, що відносяться до полярних (гідрофільних), і забезпечують водневі зв'язки, це, зокрема, серину, гліцину, треоніну, тирозину (до 25-33 %). У первинній структурі кератину N-кінцевою групою є серин, а C-кінцевою — тирозин, а отже, зменшення кількості цих амінокислот свідчить про порушення первинної структури протеїну [3].

Зміни амінокислотного складу протеїнів вовняних волокон під дією спонтанної мікрофлори свідчить про руйнування мікроорганізмами пептидних і дисульфідних зв'язків, які забезпечують сталість первинної структури кератину, а також водневих зв'язків, які відіграють основну роль у стабілізації просторової структури білків (вторинної, третинної і четвертинної) [4].

У зв'язку з цим нами проведено дослідження амінокислотного і мінерального складу нормальної та пошкодженої мікроорганізмами вовни. Наявність чи відсутність пошкоджень було підтверджено за допомогою скануючої електронної мікроскопії, про що повідомлялося раніше [5].

Амінокислотний склад кератину вовни визначали за допомогою амінокислотного аналізатора марки AAA-400 фірми Ingos (Чехія) методом іонної хроматографії після гідролізу білків в розчині соляної кислоти протягом 24 годин за температури 110°C .

Для визначення мінерального складу зразки вовни попередньо мінералізували методом мокрого озолення з подальшою кислотною екстракцією. У підготовлених зразках макро- і мікроелементи визначали на атомно-абсорбційному спектрофотометрі С-115 ПК з використанням ацителен-повітряної суміші.

При дослідженні амінокислотного складу вовни встановлено, що сума амінокислот у пошкодженій вовні зменшується загалом на 25,6 г/кг, або 2,7 % у порівнянні з нормальною за станом вовною. Зменшення амінокислот у пошкодженій вовні відбувається за рахунок аргініну, валіну, гістидину, лізину, та цистину.

Відносно зменшення гістидину та лізину, то можливо це пов'язано з найбільшим вмістом цих амінокислот у кутикулярному шарі, який у пошкодженій вовні зазнає значних змін.

Щодо вірогідного ($P < 0,05$) зменшення у пошкодженій вовні цистину, то слід нагадати, що вовняне волокно являє собою сітку поліпептидних ланцюгів, з'єднаних між собою ковалентними та нековалентними зв'язками. Найважливішими серед них є дисульфідні мостики, утворені цистином — продуктом окиснення двох молекул сульфурвмісної амінокислоти цистеїну. Вони утворюються в процесі формування волокна, а саме — на останній стадії кератинізації. Завдяки цим зв'язкам кератинові волокна нерозчинні у воді та стійкіші до дії хімічних та фізичних чинників порівняно з іншими протеїнами.

Показано, що у пошкодженій вовні, у порівнянні з нормальною, міститься вірогідно менше Сульфуру ($P < 0,01$). Ці дані чітко віддзеркалюють зміни амінокислотного складу. Оскільки, будь-яка зміна кількості загального Сульфуру у вовні залежить, передусім, від вмісту цистину, з умістом якого тісно пов'язані її фізико-механічні властивості [6].

У пошкодженій вовні спостерігаються вірогідні зміни і з боку Купруму. У порівнянні з нормальною вовною кількість цього елемента зменшилася на 19,1 % ($P < 0,05$). Нагадаємо, що Купрум, як відомо, входячи до складу деяких ферментів, приймає участь у багатьох процесах, зокрема, пігментації та кератинізації вовняного волокна. Вважають, що Купрум, як бактеріостатичний агент, може виводитися через шкіру і тим самим пригнічувати ріст і розмноження бактерій руна [7].

Отже, пошкодження вовняних волокон мікрофлорою руна овець призводить до значних змін у хімічному складі вовняних волокон, зокрема меншується загальна кількість амінокислот (на 25,6 г/кг, або 2,7%), за рахунок аргініну ($P < 0,05$), валіну ($P < 0,05$), гістидину ($P < 0,05$), лізину ($P < 0,05$) та цистину ($P < 0,05$), а також мінеральних елементів Сульфуру ($P < 0,01$) і Купруму ($P < 0,05$).

Список використаних джерел:

1. Tegegne W. Challenges in Wool Fiber Dyeing. *Phys Sci & Biophys J.* 2023; 7(1): 000248. <https://doi.org/10.23880/psbj-16000248>
2. Liu Y, Liu J, Xiao J. Enzymatic crosslinking of amino acids improves the repair effect of keratin on hair fibre. *Polymers (Basel).* 2023; 15(9): 2210. <https://doi.org/10.3390/polym15092210>
3. Zhang W., Fan Y. Structure of keratin. *Methods Mol Biol.* 2021; 2347: 41-53. https://doi.org/10.1007/978-1-0716-1574-4_5
4. Mattiello S., Guzzini A., Del Giudice A., Santulli C., Antonini M., Lupidi G., Gunnella R. Physico-chemical characterization of keratin from wool and chicken feathers extracted using refined chemical methods. *Polymers (Basel).* 2023; 15(1): 181. <https://doi.org/10.3390/polym15010181>
5. Tkachuk V. M., Stapay P. V., Ohorodnyk N. Z., Motko N. R. Internal lipids and their fatty acids composition in a sheep wool fiber under biodestruction with fleece microorganisms. *Ukr. Biochem. J.* 2024; 96 (3): 98–108. <https://doi.org/10.15407/ubj96.03.097>
6. Stapay P.V., Stakhiv N.P., Tkachuk V.M., Smolianinova O.O. The relationship between structural lipids of sheep wool with its individual macrostructural components, chemical composition and physical indicators. *Biol. Tvarin.* 2021; 23 (1): 38–43. (In Ukrainian).
7. Ghimis S.B., Mirt A.L., Vlaicu A., Zaharia E., Bombos M.M, Vasilevici G. Impregnated sheep wool fibers with an antimicrobial effect. *Chem. Proc.* 2023; 13(1): 1. <https://doi.org/10.3390/chemproc2023013001>.

SECTION 8.

GENERAL MECHANICS AND MECHANICAL ENGINEERING

Amirov F.G.

Department of Special Technologies and Equipment, Faculty of Special Equipment and Technology, Azerbaijan Technical University, Republic of Azerbaijan

Karimli J.M.

Department of Special Technologies and Equipment, Faculty of Special Equipment and Technology, Azerbaijan Technical University, Republic of Azerbaijan

Shahbazov U.A.

Department of Cybersecurity, Faculty of Information and Telecommunication Technologies, Azerbaijan Technical University, Republic of Azerbaijan

DESIGN FEATURES AND RELIABILITY OF DP-TYPE FUEL PUMPS

Abstract. *This paper examines the design features, the operating principle and the service reliability of DP-type (Diesel Pump) fuel pumps. As one of the core components of an internal-combustion engine, the fuel pump is responsible for delivering fuel to the cylinders under the required pressure. The design of DP-type pumps offers significant advantages in terms of high precision, durability and reliability in service. The paper analyses the main components of the pump, its working mechanism, the wear processes that act upon it, and the factors that influence its reliability.*

Keywords: *fuel pump, DP-type pump, design features, reliability, diesel engine, plunger pair.*

Introduction. In modern internal-combustion engines, the reliable operation of the fuel system has a direct bearing on engine performance, on fuel consumption and on emissions [1–20]. The high-pressure fuel pumps used in diesel engines are responsible for delivering fuel to the injectors at a precisely specified pressure. From this point of view, DP-type fuel pumps enjoy wide application — they are used in agricultural machinery, in heavy trucks and in a variety of industrial installations. The principal advantages of DP-type fuel pumps lie in their simple construction, their long working life and the ease with which they can be serviced. At the same time, because they operate under high pressure, wear and corrosion can develop in the pump's internal components. For this reason, the study of the design features and reliability characteristics of these pumps remains a current and important task.

In modern mechanical engineering, both the manufacture and the reconditioning of fuel-pump components increasingly rely on CNC-controlled machine tools and waterjet (hydroabrasive) machining technologies, which together

provide the high precision the task demands. CNC machines make it possible to produce geometrically complex parts to tight tolerances, while waterjet processing cuts the material without thermal deformation and yields a higher-quality surface finish. Applying these technologies makes it possible to raise both the manufacturing quality and the in-service reliability of the structural components of DP-type fuel pumps [21–116].

Structural arrangement of DP-type fuel pumps. An DP-type fuel pump consists, in the main, of a housing, a plunger pair, a distribution mechanism, a governor and transmission elements. The pump is designed with one purpose in mind: to meter fuel accurately under high pressure.

Distribution mechanism. The distribution mechanism delivers fuel to the cylinders in the proper firing order. Precise operation of this mechanism is what makes possible smooth engine running and complete combustion of the fuel. Faults in the distribution system show up as a drop in engine power and a rise in fuel consumption.

Governor. The governor varies the quantity of fuel delivered according to the engine's operating regime. It allows the engine speed to be held steady and prevents excessive fuel consumption.

Working principle. The pressure generated during the operation of DP-type fuel pumps can be evaluated by means of the following expression [10]:

$$P = FA \quad (1)$$

where:

P — fuel pressure, Mpa;

F — the force acting on the plunger, N;

A — the area of the working surface of the plunger, mm².

The output of the plunger is determined by the formula:

$$Q = A \cdot S \cdot n \quad (2)$$

where:

Q — pump output, mm³/s;

A — cross-sectional area of the plunger;

S — plunger stroke, mm;

n — frequency of plunger motion.

The efficiency of the fuel system is defined as follows:

$$\eta = (Nf / Nu) \times 100\%$$

where:

η — efficiency;

N_f — *useful power*;

N_u — *total power consumed*.

These indicators are of considerable importance for assessing the technical condition of the pump and for establishing its in-service reliability.

The DP-type fuel pump operates on the basis of the motion of the eccentric (cam) shaft. The DP-type fuel pump operates on the basis of the motion of the eccentric (cam) shaft. The cam shaft acts on the plunger and drives its reciprocating motion. On the plunger's downward stroke, fuel fills the chamber; on the upward stroke, the fuel is compressed and delivered under high pressure to the injectors. The volume of fuel delivered is regulated by the angular position of the plunger. This principle permits accurate metering of the fuel and ensures optimum engine operation across the full range of working regimes.

Factors Affecting Reliability

The reliability of DP-type fuel pumps depends on a number of factors:

Material quality

The quality of the materials used in manufacturing the pump components has a direct bearing on their service life. The use of high-strength, corrosion-resistant materials slows the wear process.

Fuel quality

Dirty or low-grade fuel leads to rapid wear of the plunger pairs. Mechanical particles carried in the fuel damage the precisely machined surfaces and open up leakage paths.

Conclusion

The analysis carried out shows that DP-type fuel pumps are reliable mechanisms capable of metering fuel accurately under high pressure. Their construction is at once simple and functional, which makes them well suited to long-term service. The reliability of the pump depends principally on the quality of its materials, on the cleanliness of the fuel and on proper servicing.

References:

1. Mammadov, A. Fuel systems of diesel engines. Baku, 2021.
2. Aliyev, R. Reliability and wear of machine components. Baku, 2020.
3. Bosch Automotive Handbook. Robert Bosch GmbH, Germany, 2022.
4. Ismayilov, T. Construction and operation of fuel injection equipment. Baku, 2019.
5. Diesel Fuel Injection Systems. SAE International, 2021.
6. Zagaiko, S. A. (2011). Fundamentals of friction and wear theory: Lecture notes. Ufa: USATU.
7. Gabitov, I. I., & Negovora, A. V. (2004). Fuel equipment of automotive and tractor diesel engines. Ufa: BashGAU.
8. Mashkov, Y. K., & Maliy, O. V. (2015). Tribophysics. Omsk: OmSTU.
9. Gabitov, I. I., Grekhov, L. V., & Negovora, A. V. (2008). Maintenance and diagnostics of fuel equipment of automotive and tractor diesel engines. Ufa: BGAU.
10. Garkunov, D. N. (2001). Tribotechnics (Wear and wearlessness) (4th ed.). Moscow: MSHA.

11. Ivanov, V. N. (2018). Fuel equipment of diesel engines. Moscow: Legion-Autodata.
12. Kragelsky, I. V. (1968). Friction and wear (2nd ed.). Moscow: Mashinostroenie.
13. Myshkin, N. K., & Petrokovets, M. I. (2007). Friction, lubrication and wear: Physical foundations of tribology. Moscow: Fizmatlit.
14. Vinogradov, V. N., & Sorokin, G. M. (1994). Wear resistance of steels and alloys. Moscow: Oil and Gas.
15. Myshkin, N. K., et al. (2014). Physics of friction. Minsk: Nauka i Tekhnika.
16. Bejger, A., & Drzewieniecki, J. B. (2020). A new method of identifying the limit condition of injection pump wear in self-ignition engines. *Energies*, 13(7), 1601. <https://doi.org/10.3390/en13071601>
17. Stępień, Z. (2019). The influence of particulate contamination in diesel fuel on the damage to fuel injection systems. *Combustion Engines*, 177(2), 76–82.
18. Shi, Q., & Hu, Y. (2022). Review on intelligent diagnosis technology of electronically controlled fuel injection system of ME diesel engine. *Academic Journal of Science and Technology*, 1(2), 69–75.
19. Bifeng, Y., Yu, J., Bo, X., Hekun, J., & Xuefeng, W. (2021). Study on tribological properties of laser-textured plunger in methanol engine. *International Journal of Automotive Technology*, 22, 1045–1055.
20. Butmarasri, A., Sato, S., & Kosaka, H. (2022). Wear and deformation of nozzle body seat of diesel fuel injector. *International Journal of Automotive Technology*, 23, 243–255.
21. Amirov, F. G., Simon, S., Steffen, W., Amirli, S. F., & Frana, K. (2021). Determining the accuracy of water pressure processing using 3D scanning. *Herald of Azerbaijan Engineering Academy*, 13(3), 38-44.
22. Abbasov, V. et. al. (2024). Formation of shaft accuracy during mechanical processing on CNC machines. *Advances in Science and Technology*, 148, 81-86.
23. Simon, S. et. al. (2025). Surface Roughness of Chromonickel Steel after Water Jet Machining: A Full Factorial Experiment. *Russian Engineering Research*, 45(3), 341-345.
24. Amirov, F. (2013). Developing Criterion and optimization of PAL system. *Applied mechanics and materials*, 379, 244-249.
25. Bashirov, R. J., & Amirov, F. G. (2022). Method for determining the thermal state of the cylinder sleeve during centrifugal induction sintering. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Mashinostroenie*, 33-41.
26. Amirov, F. G., & Shiraliyev, I. T. (2025). External Wear of a Flush Pipe in a Drilling Rig. *Russian Engineering Research*, 45(5), 629-634.
27. Simon, S. et. al. (2024). Waterjet cutting of HARDOX-500 workpiece. *Russian Engineering Research*, 44(11), 1572-1576.
28. Fraña, K., Neubert, C., Simon, S., Mammadov, A., & Amirov, F. (2020, December). A Flow Study in the Cyclone with Particle Separations. In *International Conference on Computational & Experimental Engineering and Sciences* (pp. 52-59). Cham: Springer International Publishing.
29. Амиров, Ф. Г. (2011). Общие положения создания переналаживаемых автоматических станочных систем. Сборка в машиностроении, приборостроении, (7), 44-48.
30. Amirov, F. G. (2020). Some Features of Increasing the Productivity of Automatic Lines. *Proceedings of Higher Educational Institutions, Mechanical Engineering*, (9), 18-23.
31. Амиров, Ф. Г. О. (2012). Классификация деталей по размерам, способу построения системы координат детали для геометрического моделирования. Известия высших учебных заведений. Машиностроение, (8), 32-35.
32. Amirov, F. G. (2020). Combination of tool blocks in the position of mechanical processing of alloys with directed crystallization of eutectic structures on multi-threaded automatic lines. *Vestnik Mashinostroeniya*, (10), 79-81.
33. Амиров, Ф. Г. (2020). Некоторые особенности повышения производительности автоматических линий. Известия высших учебных заведений. Машиностроение, (9 (726)), 18-23.
34. Амиров, Ф. Г. О. (2011). Оптимизация планировочных решений автоматизированных станочных систем. Прогрессивные технологии и системы машиностроения, (42), 11.
35. Abbasov, V., Amirov, F., & Karimov, A. (2025). Wear properties of camshaft cams and improvement of their wear resistance. *Reliability: Theory&Applications*, 20(SI 7 (83)), 297-303.
36. Simon, S. et. al. (2024). Research of the Dependence of Microhardness on Cutting Modes during Waterjet Treatment of Hardox-500 Chrome-Nickel Steel. *Herald of Azerbaijan Engineering Academy*, 16(4), 27-33.
37. Simon, S. et. al. (2024). Planning of Full Factorial Experiments for the Investigation of Roughness in Hydroabrasive Waterjet Cutting of Hardox-500 Steel. *Pakistan Journal of Life&Social Sciences*, 22(2). (E-ISSN: 2221-7630), 21590-21595.
38. Simon, S. et. al. (2024). The influence of cutting regime parameters on surface roughness in hydroabrasive waterjet processing of hardox-500 material. Conference: d Resource Saving Technologies: Experiences and Prospects». April 18, 2024 - Kyzylorda: Korkyt Ata KU, 2024-Рр.179-186.
39. Симон, С., Юсубов, Н. Д. О., Амирли, С. Ф. О., & Амиров, Ф. Г. О. (2024). Некоторые особенности стружкообразования при гидроабразивной обработке. Известия высших учебных заведений. Машиностроение, (11 (776)), 53-61.
40. Amirov, F. G. (2020). Unification of instrumental units in the position of mechanical processing of alloys with

- directional crystallization of eutectic structures on multi-stream automatic lines. *Vestnik mashinostroeniya*, (10), 79-81.
41. Amirov, F. G. (2020). Some aspects of increasing the efficiency of automated production lines. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedeniy. Mashinostroyeniye*, 18-23.
 42. Fariz Amirov, G., & İlgar Shiraliyev, T. (2020). RESEARCH ON WEAR AND TEAR OF THE MUD PUMP LINERS. (2020): pp-65, 66.
 43. Amirov, F. (2017). Die Klassifizierung von Bauteilen für regulier-bzw. einrichtbaren automatischen Fertigungslinien unter Verwendung von CNC Werkzeugmaschinen. *Energieeffizienz im Bau- und Maschinenwesen*, 25. - 27. September 2017 Technische Universität in Liberec, pp- 7-11.
 44. Амиров, Ф. Г. (2017). Объединение инструментальных блоков в позиции механической обработки на многопоточных автоматических линиях. *Вестник машиностроения*, (4), 74-77.
 45. Amirov, F. G. (2013). Distinctive features of machining operation at positions. *Vestnik mashinostroyeniya*, (1), 49-51.
 46. АМИРОВ, Ф. (2012). Предпроектный анализ производства. *Вестник машиностроения*, (2), 75-79.
 47. Амиров, Ф. Г. (2010). Технологические процессы многономенклатурного крупносерийного производства. In 1-я Междунар. науч. конф. "Нанотехнологии и применение их в технике". Баку (p. 210).
 48. Амиров, Ф. Г. (2004). Повышение эффективности и обеспечение надежности автоматических линий. *Вестник машиностроения*, (5), 77-78.
 49. Амиров, Ф. Г. (2002). Пути повышения эффективности агрегатных станков и автоматических линий. *Механика машиностроения*, (2), 35.
 50. Amirov, F. G., Muradov, F. R., Mammadhuseynov, A. R., & Amirli, S. F. Technological and structural features of automatic lines for modern manufacturing systems. *International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering (IJTPE)*, No. 4, pp. 389–396.
 51. Amirov, F. G. The Classification of Components for Adjustable or Configurable Automatic Production Lines Using CNC Machine Tools. *Energy Efficiency in Construction and Mechanical Engineering*, 7-11.
 52. Amirov, F., & Shiraliyev, I. (2024, May). Top drive wash pipe surface wearing. In *International Symposium on Unmanned Systems and The Defense Industry* (pp. 264-269). Cham: Springer Nature Switzerland.
 53. Abbasov, V., Amirov, F., & Karimov, A. (2024, May). Features of the New Design of the Camshaft of Internal Combustion Engines. In *International Symposium on Unmanned Systems and The Defense Industry* (pp. 282-288). Cham: Springer Nature Switzerland.
 54. Amirli, S. F. et. al.(2022). The impact of high speed mechanical processing efficiency on the production process. *Herald of Azerbaijan Engineering Academy*, 14(1), 41-51.
 55. Баширов, Р. Д., & Амиров, Ф. Г. (2022). Методика определения теплового состояния втулки цилиндра при центробежном индукционном напекании. *Известия высших учебных заведений. Машиностроение*, (8 (749)), 33-41.
 56. Амиров, Ф. Г. (2020). Объединение инструментальных блоков в позиции механической обработки сплавов с направленной кристаллизацией эвтектических структур на многопоточных автоматических линиях. *Вестник машиностроения*, (10), 79-81.
 57. Султан-Заде, Н. М., & Амиров, Ф. Г. О. (2013). Разработка алгоритма процесса оптимизации технологических процессов для ПАЛ. *Известия высших учебных заведений. Машиностроение*, (7), 66-72.
 58. Амиров, Ф. Г. (2012). Структурные компоновки переналаживаемых автоматических линий для деталей типа тел вращения. *Вестник машиностроения*, (3), 85-86.
 59. Джанахмедов, А. Х., & Амиров, Ф. Г. (2009). Состояние и перспективы использования не традиционных возобновляемых источников энергии. *Сборка в машиностроении, приборостроении*, (10), 51-55.
 60. Амиров, Ф. Г. О. (1997). Повышение эффективности автоматических линий с гибкой связью за счет транспортно-накопительных систем тупикового типа.
 61. Amirov¹, F., & Shiraliyev, I. (2025, October). Top Drive Wash Pipe Surface Wearing. In *Research and Updates on the Use of Artificial Intelligence in Drone Technology: Proceedings of the 2024 International Symposium on Unmanned Systems: AI, Design and Efficiency* (p. 264). Springer Nature.
 62. Amirov, F. G., Mammadhuseynov, A. R., Muradov, F. R., & Amirli, S. F. (2025). Some features of production on automatic lines. *International Organization. The 21st International Conference on Technical and Physical Problems of Engineering (ICTPE-2025)*.pp.60-64.
 63. Amirov, F. G., et. al.(2025). Design Features of New Camshaft. *Russian Engineering Research*, 45(9), 1244-1247.
 64. Amirov, F., Abbasov, V., Amirli, S., Simon, S., & Gadimov, E. (2024). Исследование точности механической обработки ступенчатых валов на токарном станке с ЧПУ. *Известия высших учебных заведений. Машиностроение*, (7 (772)), 55-64.
 65. Баширов, Р. Д. О., & Амиров, Ф. Г. О. (2023). Выбор материала и геометрических параметров расточного резца для обработки покрытий на основе никеля. *Известия высших учебных заведений. Машиностроение*, (8 (761)), 78-86.

66. Amirov, F., & Shiraliyev, I. (2022). Reducing maintenance costs by increasing the service life of mud pump ceramic liners. 0179-3187/22/2 DOI 10.19225/220204 © 2022 DVV Media Group GmbH.pp.32-34.
67. Амиров, Ф. Г. (2017). Объединение инструментальных блоков в позиции механической обработки на многопоточных автоматических линиях. Вестник машиностроения, (4), 74-77.
68. Амиров, Ф. Г. (2014). Эффективность влияния структурных и надежностных параметров эквивалентных участков на производительность пал. in инновационные технологии и экономика в машиностроении (pp. 208-212).
69. Амиров, Ф. (2010). Анализ переходных процессов в работе ветроэнергетической установки с применением вейвлет-преобразования. Вестник машиностроения, (1), 90-92.
70. AMIROV, F. (2004). Efficiency increasing and reliability providing of transfer lines. Vestnik mašinstroeniâ, (5), 77-78.
71. Amirov, F. G., & Shiraliyev, I. T. INCREASING THE SERVICE LIFE OF MUD PUMP CERAMIC LINERS. In "Machine-building and Energy: New Concepts and Technologies" International Scientific-practical Conference (p. 77).
72. Simon, S., et. al. (2025). Hardness of Surface Layers Obtained after Waterjet Cutting of Chromium–Nickel Steel Workpieces. Russian Engineering Research, 45(12), 1714-1718.
73. Simon, S. et. al. 2025). Investigation of hardness on the surface formed during the cutting of HARDOX-500 steel based on the planning of the mathematical model of multi-factor experiments.
74. Simon, S. et. al. (2024, May). Research on Some Issues of the Processed Surface Formation in the Hydroabrasive Cutting of Chrome-Nickel Steels. In International Symposium on Unmanned Systems and The Defense Industry (pp. 275-281). Cham: Springer Nature Switzerland.
75. AMIROV, F. G., MURADOV, F. R., & MAMMADHUSEYNOV, A. R. (2024). Structural analysis of the autonomous control system of cnc machines. ОФ "Международный научно-исследовательский центр "Endless Light in Science" technical sciences, 5, pp.55-65.
76. Amirov, F. G., & Mammadov, A. S. (2016). Status and Prospects of Use of Nonconventional Renewed Energy Sources. In international academic forum amo–spitse–neseff (pp. 114-114).
77. АМИРОВ, Ф., & МЕХТИЕВ, А. (2010). Методика определения осевой компоненты скорости ветра и частоты вращения ветроколеса ветроэнергетических установок. Vol. 2. № 1 HERALD of the Azerbaijan Engineering Academy January — March 2010.pp.124-128.
78. Amirov, F. G., Muradov, F. R., Mammadhuseynov, A. R., & Amirli, S. F. Technological and structural features of automatic lines for modern manufacturing systems.
79. Симон, С., Юсубов, Н. Д., & Амирли, С. Ф. Твердость поверхностных слоев заготовок из хромоникелевых сплавов при гидроабразивной обработке.
80. Симон, С., Юсубов, Н. Д., Амирли, С. Ф., & Амиров, Ф. Г. Исследование параметра шероховатости поверхности хромоникелевой стали после гидроабразивной обработки с применением полного факторного эксперимента.
81. Simon, S., Yusubov, N. D., Amirli, S. F., & Amirov, F. G. (2026). Efficiency Calculation of the Waterjet Cutting of Die Cutters. Russian Engineering Research, 46(3), 379-382.
82. Ibrahimov, B. G., Amirov, F., Hashimov, E. G., & Akhundov, R. G. (2026). Space technologies for defense: resilience of orbital infrastructure and protection of space services. 2026. Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління : тези доп. шістнадцятої міжнар. наук.-техн. конф., 29–30 квітня 2026 року. С. 103-106.
83. Амиров, Ф. Г. О., & Ширалиев, И. Т. О. (2025). Увеличение срока службы промывочной трубы и снижение затрат на буровые операции. Известия высших учебных заведений. Машиностроение, (6 (783)), 49-54.
84. Amirov, F. G., Ibrahimov, B. G., Hashimov, E. G., & Akhundov, R. G. (2024). Digital twins of weapons and military equipment for failure prediction and sustainment optimization. Journal of Decision Analytics and Intelligent Computing, 4(1), 16-31.
85. Simon, S., Yusubov, N., Amirli, S., Amirov, F. (2026). Research on Some Issues of the Processed Surface Formation in the Hydroabrasive Cutting of Chrome-Nickel Steels. In: Karakoc, T.H., Abdullayev, K., Dalkiran, A., Mirzayev, F., Aghayev, E., Cinoğlu, B. (eds) Research and Updates on the Use of Artificial Intelligence in Drone Technology. ISUDEF 2024. Sustainable Aviation. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-032-07678-6_49
86. Abbasov, V., Amirov, F., Karimov, A. (2026). Features of the New Design of the Camshaft of Internal Combustion Engines. In: Karakoc, T.H., Abdullayev, K., Dalkiran, A., Mirzayev, F., Aghayev, E., Cinoğlu, B. (eds) Research and Updates on the Use of Artificial Intelligence in Drone Technology. ISUDEF 2024. Sustainable Aviation. Springer, Cham.
87. https://doi.org/10.1007/978-3-032-07678-6_50.
88. Amirov, F., Shiraliyev, I. (2026). Top Drive Wash Pipe Surface Wearing. In: Karakoc, T.H., Abdullayev, K., Dalkiran, A., Mirzayev, F., Aghayev, E., Cinoğlu, B. (eds) Research and Updates on the Use of Artificial Intelligence in Drone Technology. ISUDEF 2024. Sustainable Aviation. Springer, Cham.

https://doi.org/10.1007/978-3-032-07678-6_47

89. Yusubov N., Abbasova H. (2024) Systematics of Multi-Tool Setup on Lathe Group Machines. *Obrabotka Metallov (Tekhnologiya, Oborudovanie, Instrumenty)*, Vol. 26, No. 4, pp. 92–111.
90. Yusubov N., Abbasova H., Dadashov R. (2026) Full factorial model of dimensional distortion in multi-tool dual-carriage setups. *Scientia: Collection of Scientific Papers with the Proceedings of the X International Scientific and Theoretical Conference “Current Issues of Science, Prospects and Challenges”*, Sydney, Australia, pp. 127–136.
91. Yusubov N.D., Movlazade V.Z., Abbasova H.M. (2022) Research of Sensitivity of Full-Factor Models of Scattering Fields of Dimensions Performed in Multi-Tool Machining. *Proceedings of the 8th International Conference on Control and Optimization with Industrial Applications (COIA 2022)*, Vol. 2, pp. 480–482.
92. Yusubov N. et al. (2022) On the Matrix Generalization of the Theory of Machining Accuracy. *Machine Science*, Vol. 11, No. 2, pp. 23–36.
93. Bogatenkov S. et al. (2025) Productivity of Technological Operations and Artificial Intelligence: Surface Treatment Plans. *Reliability: Theory&Applications*, Vol. 20, SI 10 (88), pp. 348–355.
94. Yusubov N. et al. (2025) The Influence of Cutting Conditions and Tool Wear on Machining Efficiency in CNC Machine Tools. *Machine Science*, No. 1, pp. 4–19.
95. Khabarova D. et al. (2025) Fluid Flow Modeling in the Spool and Sleeve of an Electro-Hydraulic Power Amplifier. *Reliability: Theory&Applications*, Vol. 20, SI 7 (83), pp. 281–287.
96. Yusubov N., Abbasova H. (2024) Practical Applicability of Matrix Models for Accuracy in Multi-Tool Machining on Automatic Lathes. *Machine Science*, Vol. 13, No. 2, pp. 35–41.
97. Savin I.A., et al. (2025) Innovative robotic solutions for stamping equipment repair. *International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering (IJTPE)*, No. 1, pp. 253–261.
98. Savin I.A. et al. (2025) Innovative solid-state laser method for environmentally safe reconditioning of cemented carbide tools. *International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering (IJTPE)*, No. 4, pp. 315–323.
99. Mammadov A.T., Ismayilov N.S., Huseynov M.C. et al. (2023) Features of obtaining special oil and gas drilling pipes. *International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering (IJTPE)*, No. 3, pp. 270–275.
100. Yusubov N.D., Khankishiyev I.A., Abbasova H.M. (2023) Matrix models of machining errors in multi-tool multi-carriage adjustments. *International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering (IJTPE)*, No. 3, pp. 309–315.
101. Savin I.A. et al. (2024) Application method of laser ablation of worn surfaces for spot restoration of stamps. *ICTPE-2024 Conference*, pp. 234–240.
102. Savin I.A., Avvakumov I.I., Movlazade V.Z. et al. (2024) Standardized work and microelement rationing as a method of increasing operational efficiency. *ICTPE-2024 Conference*, pp. 241–248.
103. Savin I.A., Avvakumov I.I., Movlazade V.Z. et al. (2025) Optimizing production processes in machine-building enterprises. *International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering (IJTPE)*, No. 1, pp. 262–269.
104. Savin I.A. et al. (2025) Preparation for reconditioning of cemented carbide axial tools by removing wear-resistant coating using a solid-state laser. *ICTPE-2025 Conference*, pp. 109–116.
105. Savin I.A. et al. (2025) Comprehensive study of thermal, optical and material factors influencing fiber laser cutting efficiency. *International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering (IJTPE)*, No. 4, pp. 351–359.
106. Savin I., Khankishiyev I., Mirzayev A. et al. (2025) Processing of High Speed Steels by Pulsed Laser Radiation. *Reliability: Theory and Applications*, Vol. 20, Special Issue 7(83), pp. 304–309.
107. Savin I.A. et al. (2025) Analysis of influence of various factors on fiber laser cutting technology. *ICTPE-2025 Conference*, pp. 95–102.
108. Yusubov N. D. (2008) Algorithmization of analytical model of dimensions stray field, executed in multi-tool multi-carriage adjustments. *Vestnik Mashinostroyeniya*, no. 2, pp. 54–56.
109. Koshin A.A. et al. (2009) Elements of matrix theory of multitool processing accuracy in three-dimensional setups. *Bulletin of mechanical engineering*, no. 9, pp. 13-17.
110. Simon S. et al. (2024) Formation of geometric parameters of the surfaces of cylindrical parts during waterjet cutting. *Advances in Science and Technology*, vol. 148, pp. 59–64.
111. Amirov, F. G., Aslanov, Z. Yu., Muradov, F. R., Bashirov, M. M., & Amirli, S. F. (2026). Optimisation criteria in an automated machine-tool system. *Vestnik Mashinostroyeniya*, 105(4), 334–338.

Shodiev Dilmuroq Turdimuratovich

teacher

Gulistan State University, Republic of Uzbekistan

Yangiboyev Ikromjon Berdiqul o'g'li

teacher

Gulistan State University, Republic of Uzbekistan

Panjiyev Orif Erkinovich

teacher

Gulistan State University, Republic of Uzbekistan

Fatmagül Tolun

Doç.Dr.

Balikesir university, Republic of Turkey

CONSTRUCTION, OPERATION AND TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE SAW GIN MACHINE

***Abstract.** The design, working organs, operating principle, and technological parameters of the saw gin — the main technological machine in the cotton ginning industry — are thoroughly analyzed from a scientific and technical perspective. Using the 5DP-130 saw gin as an example, the feeding-cleaning system, working chamber, saw cylinder, grid bar assembly, air chamber, and mote transport mechanisms are examined in detail. The study highlights the production of high-quality cotton fiber, minimization of waste, ensuring stable machine productivity, and maintenance issues. The obtained results serve to increase the efficiency of using gin machines in practice.*

***Keywords:** saw gin, saw cylinder, grid bars, air chamber, cotton ginning, fiber separation, seed cotton roll, feeding-cleaning system, 5DP-130, technological parameters.*

Introduction. The cotton-textile system is one of the strategic sectors of the economy of the Republic of Uzbekistan, and the efficiency of the cotton ginning process directly affects the outcome of the entire chain. The basis of this process is the saw gin. The saw gin is the main equipment for separating fiber and seeds from raw cotton. It is mainly designed for processing medium-fiber cotton varieties.

According to the number of working chambers, saw gins are divided into single-chamber and double-chamber (for example, models manufactured by Moss Gordin), and according to the method of separating the fiber from the saw teeth, they are divided into brush and aerodynamic types. Depending on the location of the air chamber relative to the cylinder, upper and lower separating gins are distinguished. Gins of the 4DP-130, 5DP-130 and DPZ-180 models are widely used in cotton ginning enterprises of Uzbekistan. These machines are aimed at obtaining high-quality fiber, reducing waste and ensuring productivity corresponding to their

technological indicators.

In the conditions of scientific and technological progress, improving the design of saw gins, optimizing their technological parameters and improving their maintenance are urgent issues.

The saw gin consists of a sturdy body, a saw cylinder, a working chamber, an air chamber, a large conveyor, a grain rack and a power supply system. An air chamber is mounted on the supporting surfaces through a hinged connection. In the front part of the body there are two columns with suspension devices, in which the working chamber is located.

The cleaned cotton from the feeder falls through the rack into the working chamber and is connected to the rotating raw material roller. The saw teeth enter the cotton roller, catch the fibrous grains and push them onto the working surface of the grate with a grate. Here the fibers are separated from the grains. The separated fibers pass through the slots of the grate and are delivered to the air chamber. The air flow coming out of the nozzle separates the fibers from the saw teeth and sends them to the fiber cleaner. Heavier impurities and large particles fall onto the large particle conveyor under the influence of centrifugal force and are removed through the suction pipe. The separated seeds fall into the sieve through the grate and are removed from the machine.

The main tasks of the system are to ensure uniform and continuous supply of cotton and to remove small impurities. The system consists of 140 mm diameter feed rollers, a 400 mm diameter drum with a pile and a mesh surface with holes of 6×50 mm. A screw and an aspiration pipe are installed under the mesh.

The system is driven by a 2.2 kW electric motor, a pulley, a pulse variator and gears. The rotation speed of the feed rollers is adjustable in the range of 0–20 rpm. For effective cleaning of cotton, the drum with a pile should have a frequency of 500 rpm and a distance between the ends of the pile and the mesh of 12–16 mm. The deflection angle of the pile is 45°, and the magnetic device captures metal debris.

The working chamber consists of a trough (100 mm wide), aprons, a grain comb, a grate with a grate, bars, a saw cylinder and other details. The inner surface of the chamber is covered with 3 mm stainless steel. The upper part of the comb is made at an angle of 40–45°. The grain comb is installed at an angle of 15° to the horizontal axis, the length of the blades is 115 mm. A steel sheet 60 mm wide is covered from the axis of the comb.

The shaft of the saw cylinder has a diameter of 100 mm and is assembled from 130 saws and 128 spacers. The total length of the cylinder is 2322.95 mm. The saws

are made of U8G steel, with an outer diameter of 306–320 mm, a thickness of 0.95 mm, and a number of teeth of 280 pieces.

The number of bars is 131, and the working gap is 2.8–3.2 mm. The height of the entry of the saws into the bars should be 47–50 mm (depending on the saw diameter). This parameter is adjusted using a special template. The saw cylinder rotates at a speed of 735 rpm using a 75 kW engine.

The air chamber consists of a double-sided, bottom cover, nozzle, eye mechanism and fiber channel. It is made of stainless steel. The separated large grains are collected using a scraper and a screw (35 rpm, diameter 150 mm) and sent to the condenser. 1.1 kW of power is consumed.

Conclusion. The saw gin is the heart of cotton ginning enterprises. Its efficient operation depends on obtaining high-quality fiber, reducing waste and ensuring high productivity. Precise adjustment of structural elements

(saw-bar spacing, inlet height, feed speed), constant technical monitoring and cleaning processes guarantee long-term and reliable operation of the machine.

In the future, it is possible to further increase efficiency by automating saw gins, introducing sensors and digital control systems. This will serve to increase the competitiveness of the cotton industry.

References:

1. Янгибоев, И., Берданов, Э., & Туйчиев, Т. (2024). МАЙДА ИФЛОСЛИКЛАРДАН ТОЗАЛАШ УСКУНАСИНИНГ САМАРАДОРЛИКЛАРИГА ТАЪСИРИНИ ЎРГАНИШ. *Collection of scientific papers «SCIENTIA»*, (September 13, 2024; Pisa, Italia), 87-89.
2. Yangiboyev Ikromjon, Berdanov Erkin, Tuychiyev Timur, Eshkuvvatov Shokir INFLUENCE OF RIBS TYPES ON THE EFFICIENCY OF CLEANING FROM SMALL WEED IMPURITIES // *Universum: технические науки*. 2025. № 5 (134). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/influence-of-ribs-types-on-the-efficiency-of-cleaning-from-small-weed-impurities> (дата обращения: 19.05.2026).
3. Абдугаффаров, Х. Ж., Сафоев, А. А., & Янгибоев, И. Б. (2017). Патент Респ. *Узб. № FAP, 1141, 12*.
4. Yangiboyev, I., & Qaldibayev, R. (2024). 5LP LINTER SAW CYLINDER. *Modern Science and Research*, 3(1), 1217-1221.

Yusubov Nizami 

Azerbaijan Technical University, Republic of Azerbaijan

Abbasova Heyran 

Azerbaijan Technical University, Republic of Azerbaijan

Dadashov Ramil 

Azerbaijan Technical University, Republic of Azerbaijan

Goshshuyev Ali 

Azerbaijan Technical University, Republic of Azerbaijan

SYSTEMATIC ANALYSIS OF MODERN METHODS FOR INVESTIGATING SURFACE ROUGHNESS AND SURFACE QUALITY PARAMETERS IN CNC MACHINING

***Abstract.** This paper analyzes modern methods for evaluating surface roughness and surface quality in CNC machining. The main factors affecting surface microgeometry—cutting tool geometry, machining conditions, material properties, and dynamic behavior of the machining system—are discussed. Along with conventional roughness parameters (R_a , R_z), advanced approaches such as 3D surface texture analysis and fractal methods are considered for describing complex topographies. Both contact and non-contact measurement techniques, including profilometry, interferometry, scanning electron microscopy (SEM), and atomic force microscopy (AFM), are reviewed and compared. Particular attention is paid to Industry 4.0 technologies, such as digital twins, machine learning, and real-time monitoring based on vibration and current signals.*

Introduction. In modern mechanical engineering production based on Industry 4.0–5.0 principles, surface quality is no longer limited to geometric tolerances. The condition of the surface layer formed during CNC machining directly affects reliability, wear resistance, and the functional performance of engineering systems [1-15].

CNC machining involves complex dynamic interactions within the machine–fixture–tool–workpiece (MFTW) system. Although high-speed milling and advanced cutting tools allow theoretical prediction of surface microrelief, real surface quality often deviates from calculated values because of vibrations, thermal deformation, and tool wear [16, 17].

Traditionally, surface assessment relied on two-dimensional profilometry (R_a , R_z according to GOST 2789-73). However, surfaces with the same R_a value may demonstrate different performance characteristics. This is particularly important for laser and ultrasonic machining, where conventional roughness parameters are

insufficient. Therefore, three-dimensional areal analysis and fractal methods are becoming increasingly important for accurate surface characterization [18-26].

In the context of Industry 4.0, quality control is evolving from defect detection to real-time process management. Digital twins and machine learning algorithms using vibration and current sensor data are promising tools for predictive roughness monitoring [27].

This paper presents a review of modern surface quality evaluation methods — from traditional contact techniques to precision optical systems — and examines the integration of intelligent technologies into closed-loop CNC manufacturing control [28-45].

Current State of the Problem and Literature Review. Ensuring the required surface quality during CNC machining remains a major challenge in modern mechanical engineering. Recent studies show that roughness evaluation is evolving from traditional geometric assessment toward digital modeling and predictive process control.

Technological Factors of Surface Roughness Formation. Surface roughness depends on cutting tool geometry and machining conditions. In states [46-55] that obtaining the required Ra and Rz values in CNC turning of hardened steels requires precise selection of cutting parameters because material properties significantly influence the microprofile. Amirov et al. [5] also highlight the importance of system rigidity and positioning accuracy of CNC machine components, especially in stepped shaft machining [56].

Industrial recommendations from Anebon [57] and RapidDirect [58] confirm that machining strategies should correspond to the functional purpose of the part. However, studies on custom CNC machining [59] show that tool wear and thermal deformation may still cause surface defects, emphasizing the need for real-time monitoring.

Evolution of Measurement and Standardization Methods. The development of advanced manufacturing has led to modernization of standards and measurement methods. The introduction of GOST R 71448—2024 [60] reflects increased attention to roughness parameters and surface directionality, which are important for precision engineering and optics [10].

Modern metrology combines contact and non-contact techniques. For nanoscale analysis, atomic force microscopy (AFM) is widely applied because it enables high-resolution visualization of surface topography [61-87].

Digitalization and Intelligent Control (Industry 4.0). A promising research direction is the integration of quality control into digital manufacturing systems. Recent works [88-91] consider roughness as a dynamic parameter rather than a static

characteristic.

Machine learning technologies are becoming key tools in this field. In other works [92, 93] developed a digital twin for the turning process, where neural network algorithms predict surface quality in real time using vibration and spindle load data, enabling the transition from passive inspection to active process control.

Methodological Framework and Research Model. The research methodology is based on a systems approach that considers surface quality formation during CNC machining as a stochastic–deterministic process. The study combines analytical modeling of surface microgeometry with real-time empirical data analysis.

Analytical Model of Surface Formation. The theoretical roughness model is determined by tool geometry and machining kinematics. For finishing turning and milling operations, the theoretical roughness height is expressed as [1]:

$$Rz_{meop} \approx \frac{f^2}{8r_e}. \quad (1)$$

To describe real machining conditions more accurately, the model includes correction factors accounting for material properties, cutting speed effects, and dynamic vibrations [5]:

$$R_{real} = k_m \cdot k_v \cdot Rz_{reop} + \Delta_{dyn} \quad (2)$$

where k_m reflects material influence, k_v characterizes cutting-speed effects, and Δ_{dyn} represents vibration-induced deviations.

3D and Fractal Surface Analysis. The methodology shifts from traditional 2D profilometry to 3D areal analysis according to ISO 25178 standards [7, 8]. Areal parameters such as Sq and Sds are used to evaluate wear resistance and lubricant retention. For irregular surfaces produced by laser or ultrasonic machining, fractal analysis provides a more accurate description of microrelief complexity than conventional roughness parameters [8].

The fractal dimension is calculated using the box-counting method:

$$D = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \frac{\log N(\varepsilon)}{\log(1/\varepsilon)} \quad (3)$$

where $N(\varepsilon)$ is the number of elements required to cover the surface.

Digital Twin and Machine Learning Integration. Within the Industry 4.0 framework, the study applies digital twin technology combined with machine learning methods [11, 12]. Sensor data from accelerometers, spindle current monitoring, and acoustic emission systems are processed to predict roughness in real time.

The empirical machine-learning model is represented as:

$$Ra = \sigma \left(\sum_{j=1}^m w_j \cdot \phi_j(X) + b \right) \quad (4)$$

where $X = \{f, v, a_p, A_{\{rms\}}, T\}$ is the input feature vector including cutting conditions, vibration amplitude, and temperature.

Experimental Verification. Model validation is performed using a multi-level measurement system [7]. Contact profilometry and optical interferometry are applied for macro- and meso-scale evaluation, while atomic force microscopy (AFM) is used for micro- and nanoscale surface analysis.

Overall, the proposed methodology enables continuous monitoring and predictive control of surface roughness, creating the basis for intelligent optimization of CNC machining parameters in real time [2, 4].

Mathematical Formulation of the Multi-Criteria Optimization Problem.

The objective of the optimization is to determine the cutting parameter vector $X = \{f, v, a_p\}$ that provides the best surface quality together with high machining efficiency.

Objective Functions. The problem is formulated as a multi-criteria optimization task with three main criteria [6, 8, 10]:

Surface quality criterion — minimization of roughness:

$$F_1(X) = Ra(f, v, a_p) \rightarrow \min, \quad (5)$$

where Ra includes both geometric and dynamic components of roughness.

Productivity criterion — maximization of material removal rate [4]:

$$F_2(X) = Q = 1000 \cdot v \cdot f \cdot a_p \rightarrow \max. \quad (6)$$

Tool life criterion — maximization of tool durability under wear conditions [5]:

$$F_3(X) = T_{life}(v, f, a_p) \rightarrow \max, \quad (7)$$

Constraints. The feasible solution region is limited by machine tool capabilities and technological requirements [10]:

- spindle power limits;
- allowable cutting speed and feed ranges;
- vibration amplitude constraints to avoid resonance;
- dimensional accuracy tolerances.

Optimization Method. To obtain a compromise solution, an additive utility function with normalized criteria is applied [8]:

$$Z(X) = w_1 \frac{F_1(X) - F_{1min}}{F_{1max} - F_{1min}} - w_2 \frac{F_2(X) - F_{2min}}{F_{2max} - F_{2min}} + w_3 \frac{F_3(X) - F_{3min}}{F_{3max} - F_{3min}} \rightarrow \min, \quad (8)$$

where w_i are weighting coefficients defining the priority of each criterion, with $\sum w_i = 1$.

Although the weighted-sum approach converts the multi-criteria problem into a single-objective one, it requires predefined priorities and cannot fully represent trade-offs between criteria [8]. Therefore, Pareto optimization methods are also applied.

Pareto-Optimal Solution Search. Within the digital twin framework, Pareto-optimal machining conditions are determined using genetic algorithms such as NSGA-II [10]. This approach generates multiple efficient solutions and enables CNC systems to switch in real time between operating modes such as:

- Maximum Quality — priority on surface finish;
- High Productivity — priority on machining efficiency.

Scientific Novelty and Practical Significance. The analysis of current research shows that traditional approaches to roughness evaluation, mainly based on geometric and empirical models, do not fully reflect the dynamic and stochastic nature of the cutting process. The scientific novelty of this study lies in the development of an integrated approach combining classical cutting theory with modern digital and analytical methods associated with Industry 4.0.

The study demonstrates that advanced mathematical modeling and data-processing methods make it possible to combine deterministic descriptions of surface microgeometry with probabilistic models of vibrations and elastic-plastic deformations. This improves the accuracy of roughness prediction under unstable machining conditions.

In addition, the research justifies the transition from conventional profile parameters to 3D areal and fractal analysis methods. The use of fractal dimension as an invariant surface characteristic enables a deeper description of microrelief structure and the detection of defects not identified by the Ra parameter.

Special attention is also given to predictive monitoring methods. Machine learning algorithms and digital twin technologies allow real-time prediction of surface quality based on indirect process signals such as vibration, current, and acoustic emission data.

Finally, the study summarizes modern approaches to multi-criteria optimization of cutting conditions, where surface quality, productivity, and tool life are treated as interconnected objectives. Intelligent optimization algorithms, including evolutionary methods, enable the search for compromise solutions under technological constraints.

Conclusion. This study provides a systematic analysis of modern approaches to investigating surface roughness and quality parameters in CNC machining. The main conclusions are as follows.

1. **Transformation of surface quality assessment.** Traditional roughness parameters such as Ra and Rz are no longer sufficient for describing the functional properties of machined surfaces within the Industry 4.0 framework. More accurate characterization is achieved through 3D areal analysis and fractal methods, which better reflect the complex structure of surface microrelief.

2. **Integration of measurement technologies.** The highest efficiency is achieved by combining non-contact optical methods, such as interferometry and laser scanning, with atomic force microscopy (AFM) for high-precision analysis of finishing surfaces. This approach improves both measurement speed and accuracy.

3. **Digitalization and predictive monitoring.** Machine learning methods and digital twin technologies enable predictive monitoring of roughness parameters using vibration, spindle current, and acoustic emission signals. This allows real-time quality control without interrupting the machining process.

4. **Multi-criteria optimization of cutting conditions.** The study confirms that machining parameter selection can be effectively formulated as a multi-criteria optimization problem that simultaneously considers surface quality, productivity, and tool life. Pareto-based and weighted optimization methods support adaptive CNC process control depending on production priorities.

5. **Future development prospects.** Further progress is associated with deeper integration of intelligent control algorithms into CNC systems. Self-learning machining systems capable of adapting to tool wear and dynamic disturbances in real time are considered the most promising direction for improving the stability and efficiency of high-precision manufacturing.

This work was supported by the Azerbaijan Science Foundation – **Grant № AEF-MGC-2024-2(50)-16/01/1-M-01**

References:

1. Yusubov N. et. al. (2022) On the Matrix Generalization of the Theory of Machining Accuracy. *Machine Science*, Vol. 11, No. 2, pp. 23–36.
2. Bogatenkov S. et. al. (2025) Productivity of Technological Operations and Artificial Intelligence: Surface Treatment Plans. *Reliability: Theory & Applications*, Vol. 20, SI 10 (88), pp. 348–355.
3. Orucov F.S., Ismayilov N.Ş., Məmmədov E.D. et al. (2020) Specifics of Obtaining Powdered Die Steel Alloys for Cold Forming and Higher Mouldability. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Vol. 988, 012115.
4. Yusubov N. et. al. (2025) The Influence of Cutting Conditions and Tool Wear on Machining Efficiency in CNC Machine Tools. *Machine Science*, No. 1, pp. 4–19.
5. Khabarova D. et. al. (2025) Fluid Flow Modeling in the Spool and Sleeve of an Electro-Hydraulic Power Amplifier. *Reliability: Theory & Applications*, Vol. 20, SI 7 (83), pp. 281–287.

6. Yusubov N., Abbasova H. (2024) Practical Applicability of Matrix Models for Accuracy in Multi-Tool Machining on Automatic Lathes. *Machine Science*, Vol. 13, No. 2, pp. 35–41.
7. Gafarov A.M., Khankishiyev I.A., Sadigov V.B. (2019) Analysis of causes of failures of high-precision parts of ship machinery and mechanisms. *Proceedings of Azerbaijan State Marine Academy*, No. 1, pp. 12–16.
8. Sharifov Z.Z., Khankishiyev I.A. (2016) Corrosion behaviour of welded joints of RSD32 and RSD32SH steels in Caspian seawater. *Water Transport: Collection of Scientific Papers*, No. 2(25), pp. 37–44.
9. Rzayev, M. A., & Haziyevev, A. R. (2025). Heat transfer and hydrodynamics in ship heat exchangers. In *Proceedings of the V International Scientific Conference "Bridging Disciplines for Scientific Progress"* (pp. 104–108). Marseille, France.
10. Amirov, F. G., Simon, S., Steffen, W., Amirli, S. F., & Frana, K. (2021). Determining the accuracy of water pressure processing using 3D scanning. *Herald of Azerbaijan Engineering Academy*, 13(3), 38-44.
11. Abbasov, V., Amirov, F., Amirli, S., Hasanli, S., & Frana, K. (2024). Formation of shaft accuracy during mechanical processing on CNC machines. *Advances in Science and Technology*, 148, 81-86.
12. Amirov, F. (2013). Developing Criterion and optimization of PAL system. *Applied mechanics and materials*, 379, 244-249.
13. Bashirov, R. J., & Amirov, F. G. (2022). Method for determining the thermal state of the cylinder sleeve during centrifugal induction sintering. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Mashinostroenie*, 33-41.
14. Amirov, F. G., & Shiraliyev, I. T. (2025). External Wear of a Flush Pipe in a Drilling Rig. *Russian Engineering Research*, 45(5), 629-634.
15. Fraña, K., Neubert, C., Simon, S., Mammadov, A., & Amirov, F. (2020, December). A Flow Study in the Cyclone with Particle Separations. In *International Conference on Computational & Experimental Engineering and Sciences* (pp. 52-59). Cham: Springer International Publishing.
16. Amirov, F. G. (2020). Some Features of Increasing the Productivity of Automatic Lines. *Proceedings of Higher Educational Institutions, Mechanical Engineering*, (9), 18-23.
17. Amirov, F. G. (2020). Combination of tool blocks in the position of mechanical processing of alloys with directed crystallization of eutectic structures on multi-threaded automatic lines. *Vestnik Mashinostroeniya*, (10), 79-81.
18. Abbasov, V., Amirov, F., & Karimov, A. (2025). Wear properties of camshaft cams and improvement of their wear resistance. *Reliability: Theory & Applications*, 20(SI 7 (83)), 297-303.
19. Amirov, F. G. (2020). Unification of instrumental units in the position of mechanical processing of alloys with directional crystallization of eutectic structures on multi-stream automatic lines. *Vestnik mashinostroeniya*, (10), 79-81.
20. Amirov F.G. (2013). Distinctive features of machining operation at positions. *Vestnik mashinostroyeniya*, (1), 49-51.
21. Amirov F.G. The Classification of Components for Adjustable or Configurable Automatic Production Lines Using CNC Machine Tools. *Energy Efficiency in Construction and Mechanical Engineering*, 7-11.
22. Amirov F., Shiraliyev, I. (2024, May). Top drive wash pipe surface wearing. In *International Symposium on Unmanned Systems and The Defense Industry* (pp. 264-269). Cham: Springer Nature Switzerland.
23. Amirli S. F., Fritsche P., Abbasov I. T., Wichmann S., Simon S., Amirov F. G., Mammadov A. S. (2022). The impact of high speed mechanical processing efficiency on the production process. *Herald of Azerbaijan Engineering Academy*, 14(1), pp.41-51.
24. Amirov F., Shiraliyev I. (2025, October). Top Drive Wash Pipe Surface Wearing. In *Research and Updates on the Use of Artificial Intelligence in Drone Technology: Proceedings of the 2024 International Symposium on Unmanned Systems: AI, Design and Efficiency* (p. 264). Springer Nature.
25. Amirov F. G., Mammadhuseynov A.R., Muradov F. R., Amirli S. F. (2025). Some features of production on automatic lines. *International Organization*.
26. Amirov F. G., Abbasov V. A., Kerimov A. F., Rzayeva V.H. (2025). Design Features of New Camshaft. *Russian Engineering Research*, 45(9), 1244-1247.
27. Yusubov N., Abbasova H., Dadashov R. (2026) Full factorial model of dimensional distortion in multi-tool dual-carriage setups. *Scientia: Collection of Scientific Papers with the Proceedings of the X International Scientific and Theoretical Conference "Current Issues of Science, Prospects and Challenges"*, Sydney, Australia, pp. 127–136.
28. Gafarzade H.V., Gafarov A.M., Khankishiyev I.A. (2023) The Analysis of Information Processing Methods to Assess Reliability of Machines and Equipment. *Herald of Azerbaijan Engineering Academy*, No. 2, pp. 29–41.
29. Gafarov A.M., Khankishiyev I.A., Pashazada S.G. (2023) Honing the External Surface of High-Precision Thin-Walled Cylinders for Marine Mechanisms: Kinematic Aspects. *Russian Engineering Research*, Vol. 43, No. 8, pp. 948–951.
30. Savin I.A. et al. (2025) Innovative solid-state laser method for environmentally safe reconditioning of cemented carbide tools. *International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering (IJTPE)*, No. 4, pp. 315–323.
31. Mammadov A.T., Ismayilov N.S., Huseynov M.C. et al. (2023) Features of obtaining special oil and gas drilling

- pipes. *International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering (IJTPE)*, No. 3, pp. 270–275.
32. Haziyeu, A. R., Hasanov, V. H., & Bayramova, F. I. (2025). Effect of desalination in vacuum on heat transfer parameters. *Scientific Works of the Azerbaijan State Maritime Academy*, 1, 204–208.
 33. Savin I.A., et al. (2025) Innovative robotic solutions for stamping equipment repair using advanced laser cleaning and hardening techniques. *International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering (IJTPE)*, No. 1, pp. 253–261.
 34. Mamedov A.T., Abbasov E.O. et al. (2021) Analytical solution of diffusion equations in multicomponent systems during application of diffusion coatings. *Mechanical Engineering Bulletin*, No. 8, pp. 3–9.
 35. Yusubov N.D., Khankishiyev I.A., Abbasova H.M. (2023) Matrix models of machining errors in multi-tool multi-carriage adjustments. *International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering (IJTPE)*, No. 3, pp. 309–315.
 36. Savin I.A. et al. (2024) Application method of laser ablation of worn surfaces for spot restoration of stamps. *ICTPE-2024 Conference*, pp. 234–240.
 37. Savin I.A. et al. (2025) Preparation for reconditioning of cemented carbide axial tools by removing wear-resistant coating using a solid-state laser. *ICTPE-2025 Conference*, pp. 109–116.
 38. Savin I.A. et al. (2025) Comprehensive study of thermal, optical and material factors influencing fiber laser cutting efficiency. *International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering (IJTPE)*, No. 4, pp. 351–359.
 39. Savin I.A., Avvakumov I.I., Movlazade V.Z. et al. (2024) Standardized work and microelement rationing as a method of increasing operational efficiency. *ICTPE-2024 Conference*, pp. 241–248.
 40. Savin I.A., Shaparev A. et al. (2024) Punches and Matrices Recovery for Hot Punching by Electric Arc Hardfacing. *Advances in Science and Technology*, Vol. 148, pp. 65–71.
 41. Savin I., Khankishiyev I., Mirzayev A. et al. (2025) Processing of High Speed Steels by Pulsed Laser Radiation. *Reliability: Theory and Applications*, Vol. 20, Special Issue 7(83), pp. 304–309.
 42. Savin I.A. et al. (2025) Analysis of influence of various factors on fiber laser cutting technology. *ICTPE-2025 Conference*, pp. 95–102.
 43. Yusubov N. D. (2008) Algorithmization of analytical model of dimensions stray field, executed in multi-tool multi-carriage adjustments. *Vestnik Mashinostroyeniya*, no. 2, pp. 54–56.
 44. Simon S. et.al. (2024) Waterjet cutting of HARDOX-500 workpiece. *Russian Engineering Research*, vol. 44, no. 11, pp. 1572–1576.
 45. Koshin A.A. et.al. (2009) Elements of matrix theory of multitool processing accuracy in three-dimensional setups. *Bulletin of mechanical engineering*, no. 9, pp. 13-17.
 46. Simon S. et. al. (2024) Formation of geometric parameters of the surfaces of cylindrical parts during waterjet cutting. *Advances in Science and Technology*, vol. 148, pp. 59–64.
 47. Yusubov N. D. (2009) Practical applicability of matrix model of precision processing. *Mashinostroitel*, no. 2, pp. 37–40.
 48. Bogatenkov S.A. et. al. (2022) Decision-Making in the Conditions of Introduction of Automated Design Systems of Technological Processes. *Socar Proceedings*, Special Issue 1, pp. 006–010.
 49. Bogatenkov S. et. al. (2021) Increasing the Productivity of Multi-Tool Machining on Automatic Lathes by Optimizing the Method of Tool Replacement. “*Machine-building and Energy: New Concepts and Technologies*” *International Scientific-Practical Conference*, AzTU, Baku, Azerbaijan, pp. 59–61.
 50. Yusubov N., Abbasova H., Dadashov R. (2023) Theoretical basis for the development of an algorithmic unified complex of mathematical models of cutting forces. *Machine science*, N1, pp. 55-60.
 51. Yusubov N., Abbasova H. (2023) Model of Machining Process Control on Multi-Tool Single-Carriage Adjustments. *Machine Science*, Vol. 1, No. 1, pp. 22–27.
 52. Movlazade V.Z., Abbasova H.M. (2021) Experimental Determination of Full Matrix Characteristics of Elasticity of Technological System on CNC Machines. “*Machine-building and Energy: New Concepts and Technologies*” *International Scientific-Practical Conference*, December 2–3, 2021, Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan, pp. 71–73.
 53. Yusubov N., Abbasova H. (2020) Control of Processing at Multi-Tool Two-Support Setup. *Vestnik Mashinostroyeniya*, Vol. 3, pp. 67–73.
 54. Koshin A.A. Obrabotka na tokarnykh stankakh: naladka, rezhimy rezaniya. *Spravochnik [Processing on lathes: adjustment, cutting conditions. Handbook]*. Chelyabinsk, Siti-Print, 2012. 744 p.
 55. Abbasov I.T. et. al. (2022) Study on Reducing Energy Consumption in Rough Turning Operations. *Socar Proceedings*, Special Issue 1, pp. 23–28.
 56. Ardashev D. et.al. (2021) Research on chrome plating quality of the internal surfaces in the hydraulic drives with hydrostatic guideways. *Materials Science Forum*, 1037 MSF, pp. 417–422. DOI: 10.4028/www.scientific.net/MSF.1037.417
 57. Ardashev D. et.al. (2020) Development of environmental protection system for installation of chrome plating of the internal surfaces of hydraulic drives with hydrostatic guideways. *E3s Web of Conferences*, 193, pp.02015.

DOI: 10.1051/e3sconf/202019302015

58. Yusubov N., Abbasova H. (2021) Full-factor matrix model of accuracy of dimensions performed on multi-purpose CNC machines. *Obrabotka Metallov*, 23(4), pp. 6–20. DOI: 10.17212/1994-6309-2021-23.4-6-20
59. Simon S. et.al. (2025) Surface Roughness of Chromonickel Steel after Water Jet Machining: A Full Factorial Experiment. *Russian Engineering Research*, 45(3), pp. 341–345.
60. Yusubov N.D. (2008) Matrix full-factor model of dimensional distortions in multi-tool setups. *Mechanical Engineering Technology*, No 1, pp. 36-39.
61. Yusubov N.D. (2009) Matrix models of the accuracy in multitool two-support setup. *Russian Engineering Research*, 29(3), pp. 268–271. DOI: 10.3103/S1068798X09030125
62. Bogatenkov S.A. et.al. (2021) Increasing the Productivity of Multitool Machining on Automated Lathes by Optimizing the Tool Positions. *Russian Engineering Research*, 41(11), pp. 1075–1079.
63. Yusubov N.D., Abbasova H.M. (2017) The fundamental principles of the mechanism for forming the scatter field of dimensions in dual-support setups. *Proceedings of the 2nd International Scientific and Technical Conference "Problems of Metallurgy and Materials Science"*, pp. 375-380.
64. Yusubov N.D., Abbasova H.M. (2018) The basic principles of the mechanism for the formation of scattering areas in the two-carriage adjustments. *Machine science*, vol. 7, No1, pp. 57-61.
65. Yusubov N.D., Abbasova H.M. (2018) Generalized Segmented-Matrix Model of Multi-Tool Machining Accuracy. *Scientific works*, No 4, pp. 16-22.
66. Dadashov R.Y., Yusubov N.D., Abbasova H.M. (2023) Modeli sil rezaniya pri mekhanicheskoy obrabotke na sovremennykh stankakh tokarnoy gruppy (Models of Cutting Forces During Mechanical Machining on Modern Machines of Turning Group). *Proceedings of the All-Russian Forum of Young Researchers – 2023*, pp. 236–246.
67. Bogatenkov S.A. et.al. (2021) Increasing the Productivity of Multitool Machining on Automated Lathes by Optimizing the Machining Plan. *Russian Engineering Research*, 41(11), pp. 1071–1074.
68. Yusubov N.D. (2009) Matrix models of working accuracy at single-cutter turning. *Tekhnologiya Mashinostroeniya*, no. 1, pp. 41-45.
69. Balabanov I. et. al. (2025) Development of a Parametric Model for Calculating Cutting Forces in External Cylindrical Turning of 20CRMN Steel (1.7147) Using an SNMG 15 06 16-pr 4425 Insert. *Reliability: Theory and Applications*, Vol. 20, Issue 7, pp. 335-342.
70. Yusubov N., Abbasova H., Dadashov R. (2025) Matrix Model of Accuracy in Machining Conical Surfaces on CNC Lathes. *Reliability Theory and Applications*, Vol. 20, Iss. 7, pp. 393-400.
71. Yusubov N.D., Movlazade V.Z., Abbasova H.M. (2022) Accuracy Models of Machining in Multi-Tool Adjustments. *Proceedings of the 8th International Conference on Control and Optimization with Industrial Applications (COIA 2022)*, Vol. 2, pp. 477–479.
72. Simon S., Yusubov N. D., Amirli S. F. (2025) Investigation of surface roughness in hydroabrasive machining depending on changes in abrasive grain size and pressure. *Reliability: Theory & Applications*, vol. 20, no. SI 7 (83), pp. 239–245.
73. Bogatenkov S.A. et.al. (2024) Digital twins for computer aided design on lathe operations. *Engineering Headway*, Vol. 7, pp.87-93.
74. Aziz, S. Sh. (2020) Theoretical studies of the dynamic characteristics of the internal lapping process. *Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University*, № 2 (Vol.18), pp. 30–37.
75. Aziz S. Sh., Jafarli G., Sivanesan S. (2025) Increasing processing efficiency in finemachining technology of internal cylindrical surfaces by technological methods. *Reliability: Theory & Applications*, Vol. 20 Iss. SI 10 (88), pp. 307–314.
76. Aziz S. Sh. (2021) Technology procure of multiple launch rocket system directions reliability. *The XVII International Scientific Symposium - "Karabakh Way to Victory"*, pp. 300-306.
77. Korobotov D., Baturin A., Ardashev D. V., Abbasova H. M. (2024) Requirements definition, modeling, and simulation of control units of an electrohydraulic power amplifier. *Advances in Science and Technology*, vol. 148, pp. 179–186.
78. Yusubov N. D., Ardashev D. V., Abbasova H. M. (2024) Integrated characterization of technological system compliance. *Machine science*, no. 1, pp. 4–10.
79. Dubrovina V., Kulakov B., Karpinsky A., Ardashev D., Degtyareva-Kashutina A., Dadashov R. (2025) Modeling and simulation of ductile-iron blank casting processes for an electrohydraulic power amplifier body. *Reliability: Theory & Applications*, vol. 20, no. SI 7 (83), pp. 274–280.
80. Savin I.A. et. al. (2026) Enhancing the efficiency of the die casting process in metal molds. *Obrabotka metallov (tekhnologiya, oborudovanie, instrumenty) = Metal Working and Material Science*, vol. 28, no. 1, pp. 101–113. DOI: 10.17212/1994-6309-2026-28.1-101-113
81. Yusubov N., Abbasova H., Dadashov R. (2026) Multi-tool dual-carriage single-coordinate setups. *Scientia: Collection of Scientific papers with the proceedings of the XI International Scientific and Theoretical Conference "Scientific Forum: Theory and Practice of Research"*, San Francisco, USA, pp. 220–228.
82. Yusubov N., Abbasova H., Dadashov R. (2026) Multi-tool double-carriage two-coordinate setups. *Scientia:*

- Collection of Scientific papers with the proceedings of the XI International Scientific and Theoretical Conference “Scientific Forum: Theory and Practice of Research”*, San Francisco, USA, pp. 211–219.
83. Yusubov N., Abbasova H., Dadashov R. (2026) Analysis of multi-tool multi-carriage single-coordinate machining configurations. *Collection of Scientific papers with the proceedings of the XI International Scientific and Theoretical Conference “Scientific Forum: Theory and Practice of Research”*, San Francisco, USA, pp. 202–210.
84. Hasanov Y.N. et al. (2025) Application aspects of international quantum standards in electrical measurements. *Proceedings of Azerbaijan State Marine Academy*, No 2, pp.198-203.
85. Hasanov Y.N., Shirvan A.S., Agayev A.R. (2026) Analysis of the technological characteristics of the honing operation of 32CrMoV12-10 steels used under severe friction conditions. *Scientia: Collection of Scientific Papers with the Proceedings of the X International Scientific and Theoretical Conference “Current Issues of Science, Prospects and Challenges”*, Sydney, Australia, pp. 88-97.
86. Yusubov N., Abbasova H., Dadashov R. (2025) Modeling of machining accuracy of conical surfaces on CNC machine tools. *Proceedings*, vol. 2, pp. 59-67.
87. Zhukov A. et al. (2025) Scientific and methodological support for designing grinding operations using an acoustic indicator. *Machine Science*, Vol.2, pp.38–49.
88. Simon S. et al. (2025) Hardness of Surface Layers Obtained after Waterjet Cutting of Chromium–Nickel Steel Workpieces. *Russian Engineering Research*, 45, 1714–1718.
89. Simon S. et al. (2025) Hardness of surface layers of blanks made of chromium-nickel alloys at hydroabrasive machining. *Vestnik Mashinostroyeniya*, Vol.104, No 10, 873–877.
90. Simon S. et al. (2024) Research of the Dependence of Microhardness on Cutting Modes during Waterjet Treatment of Hardox-500 Chrome-Nickel Steel. *Herald of Azerbaijan Engineering Academy*, Vol.16, No 4, 27–33.
91. Gusseinov G. (2012) Surfaces ground by standard wheels and wheels with graduated grain sizes. *Russian Engineering Research*, Vol. 32, No. 1, pp. 50–54.
92. Amirov F.G., Muradov F.R., Mammadhuseynov A.R., Amirli S. F. (2025) Technological and structural features of automatic lines for modern manufacturing systems. *International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering (IJTPE)*, Vol. 17, No. 4 (Issue 65), pp. 389–396.
93. Yusubov N., Abbasova H., Dadashov R. (2026) Predicting and controlling machining accuracy in multi-tool setups using matrix theory. *Scientia: Collection of Scientific Papers with the Proceedings of the VII International Scientific and Theoretical Conference “Modern Tools and Methodsof Scientific Investigations”*, Antwerp; Kingdom of Belgium, pp. 189–197.

Yusubov Nizami 

Azerbaijan Technical University, Republic of Azerbaijan

Abbasova Heyran 

Azerbaijan Technical University, Republic of Azerbaijan

Dadashov Ramil 

Azerbaijan Technical University, Republic of Azerbaijan

Rzaquliyev Sahib 

Azerbaijan Technical University, Republic of Azerbaijan

ENHANCING CNC MACHINING ACCURACY THROUGH THE INVESTIGATION OF ERRORS AND FACTORS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Abstract. *The article explores methods for enhancing the machining quality and productivity of parts in Computer Numerical Control (CNC) machines through the application of Artificial Intelligence (AI) technologies. The current state of modern manufacturing demands the utilization of Machine Learning (ML) and Big Data analytics to improve product precision and optimize machining processes. In addition to structural accuracy and the alignment of kinematic chains, this approach enables real-time management of the technological system's dynamic stability.*

Introduction. The development of the modern mechanical engineering industry is directly linked to the automation of production processes and the application of high-precision technologies. Computer Numerical Control (CNC) machines play a vital role in increasing productivity and producing complex geometric parts with high repeatability. However, one of the primary challenges in engineering enterprises is the systematic consideration of numerous factors affecting machining accuracy and the minimization of resulting errors [1]. In this context, AI-based predictive models have become crucial tools for managing non-linear errors where traditional methods fall short.

Machining accuracy in CNC systems refers to the degree of compliance of the part's actual dimensions, shape, and surface quality with the nominal parameters specified in the drawing. Experience shows that achieving absolute precision is impossible, even in the most advanced multi-axis machining centers. These deviations stem from geometric errors of the machine, clearances in kinematic chains, thermal deformations, and the dynamic nature of the cutting process [2]. Machine Learning (ML) algorithms analyze the complex relationships between these factors, enabling real-time error compensation and optimization of technological capabilities.

Certain materials demonstrate high corrosion resistance and mechanical strength; however, the high cutting forces and thermal loads generated during their machining cause significant vibrations and thermal stresses in the technological system of CNC machines. This, in turn, reduces tool life and critically degrades the machining accuracy of the part. During the machining of such materials, ensuring the dynamic stability of the technological system and selecting optimal cutting regimes through neural networks play a decisive role [3].

The article analyzes the current state of factors affecting machining accuracy in CNC machines, investigates the sources of errors, and reviews innovative AI-based approaches proposed in modern scientific and technical literature. The primary objective of the research is to identify AI-driven optimal technological strategies that ensure the required quality indicators without compromising productivity under challenging machining conditions [3]. This approach is based on the principles of increasing economic efficiency and minimizing technological errors in production.

AI-Based Classification of Factors Affecting Machining Accuracy in CNC Machines. The machining process in CNC machine tools is a dynamic system subject to numerous internal and external factors. The final dimensional and form accuracy of a part depends on the interaction of these variables. Modern research and technological reports indicate that the total machining error Δ_{Σ} is the sum of the following components [4]:

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta_g + \Delta_t + \Delta_c + \Delta_d + \Delta_w \quad (1)$$

Where:

- Δ_g – geometric errors;
- Δ_t – thermal errors;
- Δ_c – control system errors;
- Δ_d – dynamic errors;
- Δ_w – tool wear errors.

In Smart Manufacturing frameworks, each of these components is analyzed using Artificial Neural Networks (ANN) to minimize their weight in the total error budget.

Classification of Difficult-to-Machine Materials and Their Technological Challenges. In CNC machining, selecting materials like high-strength steels, nickel-based superalloys, and specialized alloys directly dictates production efficiency and quality. These materials impose significant technological hurdles, including high cutting resistance, accelerated tool wear, and intense heat buildup. Successfully

machining them requires precise parameter optimization and specialized tooling to balance high-precision requirements with machine longevity. Consequently, a tailored technological approach for each material category is essential to mitigate vibrations and ensure sustainable productivity.

The following difficult-to-machine materials are examined individually:

1. **Titanium and Titanium Alloys (Ti-6Al-4V, Ti-5Al-2.5Sn, etc.):**

Distinguished by high strength and corrosion resistance, these materials are widely applied in aerospace and medical fields. However, due to high heat generation during machining and the material's tendency to adhere to the tool, a significant thermal load is placed on the cutting tool, which can affect surface quality.

2. **Alloy Steels (12X18H10T, AISI 304, AISI 316):** These materials are indispensable for food and medical equipment due to their corrosion resistance. However, they exhibit high viscosity during machining, increasing the thermal load on the cutting tool and creating a risk of chip adhesion, which affects surface finish.

3. **Aluminum Alloys (D16, 6061, 7075):** Used in the aviation and automotive industries for weight reduction. These allow for High-Speed Machining (HSM). Despite being lightweight, they have a high strength-to-weight ratio but are sensitive to thermal errors during machining due to their high coefficient of thermal expansion.

4. **Cast Irons (SCh20 - Gray Cast Iron):** Ideal for machine frames and heavy mechanical elements, cast iron helps parts remain more stable during machining in CNC machines thanks to its ability to dampen and reduce vibrations. Its high density and strength prevent deformation under heavy loads.

5. **Copper Alloys (Bronze and Brass):** Bronze and brass are widely used for manufacturing bearings and gears due to their high resistance to friction. High thermal conductivity rapidly dissipates heat from the cutting zone and helps maintain the dimensional stability of the part. However, there is a risk of tool adhesion, which requires attention during machining and, in some cases, leads to these materials being classified as difficult-to-machine. Their application areas include gear and bearing elements, parts subject to friction, and mechanisms operating with water and steam.

These materials create an "extreme environment," and standard cutting regimes are insufficient for minimizing the errors that arise during their machining. Modern research applies approaches such as optimization of process parameters, high-precision CNC strategies, advanced cooling and lubrication methods, as well as the specialized selection of tool materials and geometries to solve these problems. Such methods both reduce tool wear and increase machining accuracy and productivity,

making it possible to work effectively with difficult-to-machine materials [1].

Modern Challenges and AI-Based Solution Strategies. Machining difficult-to-process materials still poses several modern challenges for CNC machine tools. The root causes of these problems lie in the inherent properties of the materials: high strength and hardness accelerate tool wear, while corrosion- and oxidation-resistant alloys complicate the machining process. Nickel-based superalloys and high-temperature alloys, in particular, generate significant heat buildup that reduces tool life. Artificial Intelligence (AI) intervenes here by utilizing thermal neural models to predict heat distribution and extend tool longevity.

Literature reviews indicate that to increase operational efficiency, it is necessary to control vibrations, implement automatic tracking control, and optimize operating conditions [5-12]. In the machining process, standard cutting regimes are often insufficient, as vibration and resonance reduce precision, and tool failure occurs frequently [6]. To manage these complex dynamics, the application of AI-based adaptive control systems, real-time monitoring, and advanced vibration control technologies has become essential.

Digital Twins and Machine Learning: Modern research shows that Machine Learning (ML) models provide high accuracy in optimizing cutting parameters and allow for the pre-prediction of surface quality and cutting forces [13-23]. Furthermore, the integration of sensors and CAD/CAM/CAE-based digital modeling is being applied to prevent factors like hidden resonance [24-42]. Through the creation of Digital Twins, virtual trials of the machining environment are conducted, enabling the pre-assessment of tool wear and breakage probabilities while reducing physical testing costs [43, 44].

The economic aspect of the process requires establishing an optimal balance between maintaining high precision and maximizing productivity. This approach demonstrates that the reliability and efficiency of technical systems are determined not only by economic factors but also by a complex set of structural features, material selection, and technological impacts arising during operation [45-62]. The implementation of Predictive Diagnostics via AI (early detection of faults) ensures maximum production sustainability and economic efficiency.

Additionally, preventive measures are crucial for ensuring quality throughout the product life cycle. These include optimizing maintenance strategies, conducting reliability analyses, and implementing continuous monitoring systems to detect potential failures at early stages. An integrated approach that strengthens the link between design and production stages allows for more technologically suitable structural solutions and minimizes additional machining costs. Furthermore, the

application of advanced data analytics and intelligent manufacturing techniques improves process stability, enhances operational efficiency, and supports sustainable production practices. Such approaches also contribute to reducing downtime, increasing product reliability, and achieving higher overall manufacturing performance[63-82].

The following Table 1 systematizes these technological challenges and the modern AI-driven strategies proposed to address them:

Table 1

Technological Challenges and AI-Driven Innovative Solution Strategies for Machining Difficult-to-Machine Materials in CNC Machine Tools

Problem domain	Current challenges and causes	Modern solution approaches and AI strategies
Optimization of cutting Parameters	Insufficiency of standard regimes, speed, and feed rate errors.	Dynamic optimization via Machine Learning (ML) algorithms for real-time adjustment based on material behavior.
Tool materials and geometry	Accelerated tool wear due to high hardness and sudden tool breakage.	Prediction of tool life using Neural Networks; selection of intelligent tool geometries to minimize vibration and thermal load.
Cooling and lubrication technologies	Excessive heat buildup and inefficiency of conventional cooling systems.	Fuzzy Logic-based control of Minimum Quantity Lubrication (MQL) and AI-driven thermal management.
Automation and sensor integration	Inability to detect hidden vibrations, resonance, and tool wear in time.	Real-time monitoring via Intelligent Sensors; AI-driven spectral analysis for automatic error compensation.
Simulation and software	Ineffective machining strategies and high costs of physical trial-and-error tests.	Implementation of Digital Twins and CAD/CAM/CAE simulations for virtual modeling of material-tool interaction.
Economic and research perspectives	Difficulty in balancing high productivity with precision; high costs of special alloys.	AI-based Predictive Maintenance and diagnostics to reduce downtime and optimize operational costs through scientific resource allocation.

Smart Tools. Smart tools utilize integrated sensors and Artificial Intelligence (AI) to monitor cutting forces, vibrations, and temperatures in real-time, predicting tool wear at the micron level [16]. By leveraging Big Data, the system automatically corrects machining parameters to prevent unplanned downtime and material waste. In superalloy machining, AI-driven adaptive control instantaneously optimizes regimes based on geometric tool changes, maximizing surface integrity [17]. Consequently, functions such as wear control and precision compensation are integrated into a single loop to ensure process stability and economic efficiency [18]

(Figure1).

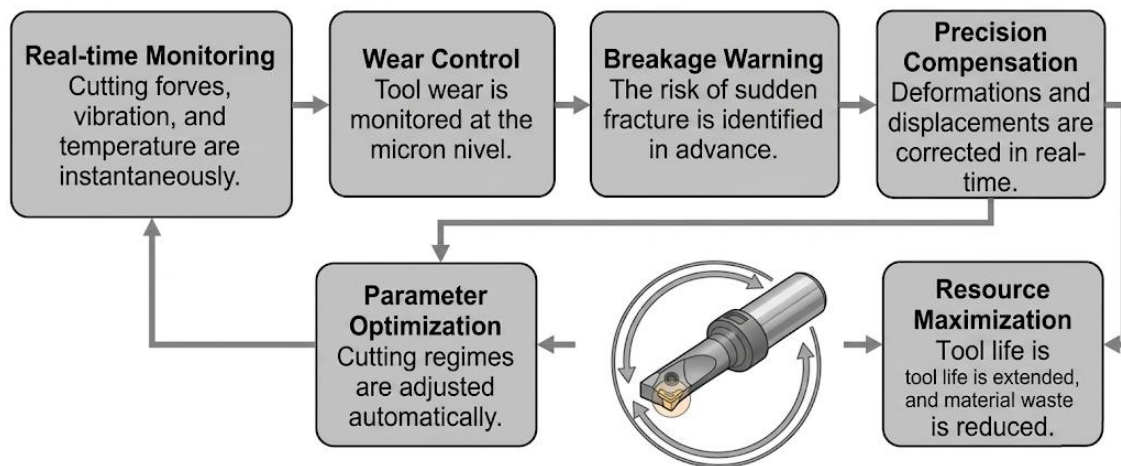


Fig. 1. **Monitoring of smart cutting tools and the automated control cycle of the manufacturing process**

Smart Machine. A smart machine is an adaptive platform that utilizes internal Digital Twins and Machine Learning algorithms to detect resonance and thermal deformations in real-time, automatically compensating for machining errors. By "learning" from previous cycles, the system continuously improves itself and optimizes maintenance schedules through intelligent diagnostics. This technology minimizes human intervention in the machining of complex parts, ensuring absolute precision and self-regulation even during high-speed operations.

Smart manufacturing. Smart manufacturing is a high-tech ecosystem where tools, machines, and software converge within Cyber-Physical Systems and cloud databases, enabling fully automated data exchange. The integration of intelligent algorithms and CAD/CAM/CAE automatically generates machining strategies based on material properties, maximizing resource efficiency. Through predictive analytics, downtime is reduced to zero, facilitating flexible and coordinated management of globally distributed factories from a single central platform.

Conclusion. The investigation of CNC machining accuracy reveals that the application of AI-based predictive models is essential for minimizing complex thermal and kinematic errors. The extreme factors arising during the machining of superalloys necessitate Machine Learning-driven adaptive regimes to preserve tool life. Achieving high quality is only possible through sensor integration and real-time AI analysis. Digital Twins enable the pre-detection of errors, enhancing economic efficiency. In conclusion, the future of high-precision manufacturing depends on the synthesis of mechanical machine capabilities with intelligent, material-specific AI

control systems.

This work was supported by the Azerbaijan Science Foundation – **Grant № AEF-MGC-2024-2(50)-16/01/1-M-01**

References:

1. Yusubov N., Abbasova H. (2024) Practical Applicability of Matrix Models for Accuracy in Multi-Tool Machining on Automatic Lathes. *Machine Science*, Vol. 13, No. 2, pp. 35–41.
2. Yusubov N., Abbasova H. (2023) Model of Machining Process Control on Multi-Tool Single-Carriage Adjustments. *Machine Science*, Vol. 1, No. 1, pp. 22–27.
3. Bazrov B.M. (2005) Fundamentals of Mechanical Engineering Technology: Textbook for Universities. Moscow: Mashinostroeniye, 736 p.
4. Asadov Sh., Rzaquliyev S., Suleymanli A. (2025) Increasing the Service Life of the Cylinder of Sucker Rod Deep Well Pumps. X Republican Scientific-Technical Conference of Students and Young Researchers on “Advanced Technologies and Innovations” Dedicated to the 102nd Anniversary of Heydar Aliyev, May 1–2, 2025. Baku, pp. 1972–1974.
5. Yusubov N., Abbasova H., Dadashov R. (2023) Theoretical basis for the development of an algorithmic unified complex of mathematical models of cutting forces. *Machine science*, N1, pp. 55-60.
6. Cevik Z.A., Ozsoy K., Ercetin A., Sariisik G. (2025) Machine Learning-Driven Optimization of Machining Parameters for Cutting Forces and Surface Roughness in Micro-Milling of AlSi10Mg Produced by Powder Bed Fusion Additive Manufacturing. *Applied Sciences*, p. 23.
7. Vakulin M.S., Gordeev Y.I., Jasinski V.B., Binchurov A.S., Timoshev P.V. (2023) Technological Processes and Materials for Satellite Systems // Section 3. Technological Processes and Materials. Vol. 24, No. 3, pp. 570–588.
8. Korkmaz M.E., Gupta M.K., Sarikaya M., Günay M., Boy M., Yaşar N., Demirsöz R., Pehlivan F. (2024) Analytical Modeling Methods in Machining: A State of the Art on Application, Recent Challenges, and Future Trends // *Mechanical Engineering*, Vol. 49, p. 40.
9. Altıntaş Y., Kersting P., Biermann D., Budak E., Denkena B., Lazoğlu I. (2014) Virtual Process Systems for Part Machining Operations. *CIRP Annals – Manufacturing Technology*, 63(2), pp. 585–605.
10. Byrne G., Dornfeld D., Denkena B. (2003) Advancing Cutting Technology. *CIRP Annals – Manufacturing Technology*, 52(2), pp. 483–507.
11. Savin I. et.al. (2025) Optimizing Production Processes in Machine Building Enterprises: A Case Study on Microelement Rationing and Operational Excellence. *International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering (IJTPE)*, Baku: International Organization of IO TPE, Vol. 17, No. 1, pp. 262–269.
12. Asadov Sh., Rzaquliyev S., Suleymanli A. (2025) Factors Affecting the Reliability of Sucker Rod Deep Well Pumps. X Republican Scientific-Technical Conference of Students and Young Researchers on “Advanced Technologies and Innovations” Dedicated to the 102nd Anniversary of Heydar Aliyev, May 1–2, 2025. Baku, pp. 1859–1862.
13. Dadashov R.Y., Yusubov N.D., Abbasova H.M. (2023) Modeli sil rezaniya pri mekhanicheskoy obrabotke na sovremennykh stankakh tokarnoy gruppy (Models of Cutting Forces During Mechanical Machining on Modern Machines of Turning Group). *Proceedings of the All-Russian Forum of Young Researchers – 2023*, pp. 236–246.
14. Khankishiyev I., Haziyevev A., Mammadov E. (2026) Analysis of methods for intensifying heat transfer in ship freshwater generators. *Scientific Collection «SCIENTIA»: Theory and Practice of Modern Science*, Proceedings of the XI International Scientific and Theoretical Conference, March 20, Kraków, pp.119–127.
15. Zhu K., Zhang Y., Hu S. (2021) Real-Time Monitoring of Cutting Forces and Temperatures in Machining of Nickel-Based Superalloys. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, Vol. 162, 103689, 15 p.
16. Yusubov N., Abbasova H., Dadashov R. (2026) Multi-tool double-carriage two-coordinate setups. *Scientia: Collection of Scientific papers with the proceedings of the XI International Scientific and Theoretical Conference “Scientific Forum: Theory and Practice of Research”*, San Francisco, USA, pp. 211–219.
17. Koshin A.A., Yusubov N.D. Imitacionnaja stohasticheskaja model'polej rassejanija razmerov, vpolnjaemyh v mnogoinstrumentnyh mnogosupportnyh naladkah. *Scientific works*, 32-35, 2007
18. Mammadov A.T., Macnunov E.E. (2025) Justification of the choice of antifriction material for bimetallic friction pairs. *Proceedings of Azerbaijan State Marine Academy*, № 1, pp. 77–81.
19. Sharifov Z.Z., Khankishiyev I.A. (2016) Resistance to brittle fracture of ship structural metals and their welded joints during impact bending tests before and after corrosion. *Bulletin of the Admiral S.O. Makarov State University of Marine and Inland Shipping*, No. 1(35), pp. 85–91.
20. Khankishiyev I., Aliyev A., Amirli E. (2026) The effect of variations in hydrocarbon ratio on the performance and efficiency of marine diesel engines. *Scientific Collection «SCIENTIA»: Theory and Practice of Modern Science*,

- Proceedings of the XI International Scientific and Theoretical Conference, March 20, Kraków, pp.110–118. DOI: <https://doi.org/10.36074/scientia-20.03.2026>
21. Aziz S. Sh., Jafarli G., Sivanesan S. (2025) Increasing processing efficiency in finemaking technology of internal cylindrical surfaces by technological methods. *Reliability: Theory & Applications*, Vol. 20 Iss. SI 10 (88), pp. 307–314.
 22. Aziz S. Sh. The general regularity of surface layer work hardening in the honing operation of medium carbon steels. *Reliability: Theory & Applications*, 20 (SI 7 (83)), pp.372–378
 23. Aziz S. Sh. (2024) Improving surface quality in flat grinding operations using modern technological methods. *Machine science*, Vol. 13, Iss. 2, pp. 59–64.
 24. Aziz S. Sh. (2021) Technology procure of multiple launch rocket system directions reliability. *The XVII International Scientific Symposium - "Karabakh Way to Victory"*, pp. 300-306.
 25. Gafarov A.M., Khankishiyev I.A., Sadigov V.B. (2019) Analysis of failures of high-precision parts of ship machinery and mechanisms. *Proceedings of Azerbaijan State Marine Academy*, No. 1, pp. 12–16.
 26. Gafarzade H.V., Gafarov A.M., Khankishiyev I.A. (2023) The Analysis of Information Processing Methods to Assess Reliability of Machines and Equipment. *Herald of Azerbaijan Engineering Academy*, No. 2, pp. 29–41.
 27. Gafarov A., Khankishiyev I., Haziyevev A., Abbasova I. (2025) Study of dynamic characteristics of the rotary honing process in the processing of non-rigid thin-walled parts. *Reliability: Theory and Applications*, Vol. 20, pp. 350–357.
 28. Gafarov A.M., Khankishiyev I.A., Pashazada S.G. (2023) Honing the External Surface of High-Precision Thin-Walled Cylinders for Marine Mechanisms: Kinematic Aspects. *Russian Engineering Research*, Vol. 43, No. 8, pp. 948–951.
 29. Khankishiyev I., Amirli E., Huseynov Y. (2026) The process of technical supervision of a ship's propulsion complex elements in accordance with the rules of the classification society using the propulsion arrangement as an example. *Scientific Forum: Theory and Practice of Research*, Proceedings of the XI International Scientific and Theoretical Conference, March 13, San Francisco, pp.146–155.
 30. Aziz S., Agayev A. (2025) Modern technological methods of formation and reduction of residual stresses in aluminum alloys. *Machine science*, No 1, pp. 74–79.
 31. Aziz S.Sh. (2020) Accuracy and regularity of its formation at processing with lapping surface of machine details. *Machines, units and processes. Design, creation and modernization*, No 3, pp.30-35.
 32. Yusubov N.D., Abbasova H.M., Dadashov R.E., Salmanov I.M. On the matrix generalization of the theory of machining accuracy. *Machine Science*, 2022, Vol. 11, No. 2, pp. 23–36.
 33. Savin I., Khankishiyev I., Mirzayev A. et al. (2025) Processing of High Speed Steels by Pulsed Laser Radiation. *Reliability: Theory and Applications*, Vol. 20, Special Issue 7(83), pp. 304–309.
 34. Khankishiyev I., Mammadov E., Huseynov Y. (2026) Analysis of literary sources on the reliability and durability of ship machines and mechanisms operating under extreme conditions. *Scientific Forum: Theory and Practice of Research*, Proceedings of the XI International Scientific and Theoretical Conference, March 13, San Francisco, pp.156–164. DOI:
 35. Savin I.A. et al. (2025) Analysis of influence of various factors on fiber laser cutting technology. *ICTPE-2025 Conference*, pp. 95–102.
 36. Khankishiyev, I., Majnunov, E., & Haziyevev, A. (2026). Improving the manufacturing technology of bimetallic bearings to enhance operational performance in marine engines. In: *Scientific Review of the Actual Events, Achievements and Problems: Collection of Scientific Papers «SCIENTIA», Proceedings of the VI International Scientific and Theoretical Conference* (March 27, Berlin, Federal Republic of Germany). International Center of Scientific Research, pp. 95–102.
 37. Yusubov N., Abbasova, H. (2024) Models of Cutting Forces in The Matrix Theory of Multitool Machining Accuracy. *Key Engineering Materials*, 979, pp. 27–38. DOI: 10.4028/p-bW48Sb
 38. Yusubov N.D., Ardashev D.V., Abbasova H.M. Integrated characterization of technological system compliance. *Machine Science*, 2024, No. 1, pp. 4–10.
 39. Yusubov N. et al. (2025) The influence of cutting conditions and tool wear on machining efficiency in CNC machine tools. *Machine Science*, No. 1, pp. 4–19.
 40. Bogatenkov S.A. et.al. (2021) Increasing the Productivity of Multitool Machining on Automated Lathes by Optimizing the Tool Positions. *Russian Engineering Research*, 41(11), pp. 1075–1079. DOI: 10.3103/S1068798X21110058
 41. Bogatenkov S.A. et.al. (2021) Increasing the Productivity of Multitool Machining on Automated Lathes by Optimizing the Machining Plan. *Russian Engineering Research*, 41(11), pp. 1071–1074. DOI: 10.3103/S1068798X21110046
 42. Bogatenkov S.A. et.al. (2024) Digital twins for computer aided design on lathe operations. *Engineering Headway*, Vol. 7, pp.87-93.
 43. Yusubov N., Abbasova H., Dadashov R. (2026) Multi-tool dual-carriage single-coordinate setups. *Scientia: Collection of Scientific papers with the proceedings of the XI International Scientific and Theoretical Conference*

- “*Scientific Forum: Theory and Practice of Research*”, San Francisco, USA, pp. 220–228.
44. Yusubov N., Abbasova H., Dadashov R. (2026) Analysis of multi-tool multi-carriage single-coordinate machining configurations. *Collection of Scientific papers with the proceedings of the XI International Scientific and Theoretical Conference “Scientific Forum: Theory and Practice of Research”*, San Francisco, USA, pp. 202–210.
 45. Balabanov I., Movlazade V., Yusubov N., Abbasova H., Dadashov R., Huseynov R. Development of a parametric model for calculating cutting forces in external cylindrical turning of 20CRMN steel (1.7147) using an SNMG 150616-PR 4425 insert. *Reliability: Theory and Applications*, 2025, Vol. 20, No. 7, pp. 335–342.
 46. Simon S., Yusubov N. D., Amirli S. F. (2025) Investigation of surface roughness in hydroabrasive machining depending on changes in abrasive grain size and pressure. *Reliability: Theory & Applications*, vol. 20, no. SI 7 (83), pp. 239–245.
 47. F.G. Amirov et. al. (2025) Technological and structural features of automatic lines for modern manufacturing systems. *International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering, (IJTPE)*, Vol. 17, Iss. 65, No. 4, pp. 389–396.
 48. Abbasov V. et. al. (2024) Formation of Shaft Accuracy during Mechanical Processing on CNC Machines. *Advances in Science and Technology*, 148, pp.81–86.
 49. Amirov F.G., Shiraliyev I.T. (2025) External Wear of a Flush Pipe in a Drilling Rig. *Russian Engineering Research*. 45, pp. 629–634. <https://doi.org/10.3103/S1068798X25700844>
 50. Frana K., Neubert C., Simon S., Mammadov A., Amirov F. A. (2021) Flow Study in the Cyclone with Particle Separations. *Mechanisms and Machine Science*, 97, pp. 52–59.
 51. Yusubov N., Abbasova H. (2020) Control of Processing at Multi-Tool Two-Support Setup. *Vestnik Mashinostroyeniya*, Vol. 3, pp. 67–73.
 52. Koshin A.A. Obrabotka na tokarnykh stankakh: naladka, rezhimy rezaniya. *Spravochnik [Processing on lathes: adjustment, cutting conditions. Handbook]*. Chelyabinsk, Siti-Print, 2012. 744 p.
 53. Abbasov I.T. et. al. (2022) Study on Reducing Energy Consumption in Rough Turning Operations. *Socar Proceedings*, Special Issue 1, pp. 23–28.
 54. Yusubov N. D., Abbasova H. M., Dadashov R. E., & Huseynov Y. E. (2026) Issledovanie tochnosti mekhanicheskoy obrabotki konicheskikh poverkhnostey na stankakh ChPU. *Avtomatizirovannoe Proektirovanie v Mashinostroyenii*, No. 20, pp. 17–24.
 55. Yusubov N. D., Bogatenkov S. A., & Badalova B. B. (2017) Specific multi-tool turning. In *Proceedings of the Second International Scientific and Technical Conference “Problems of Metallurgy and Materials Science”*, pp. 340–346.
 56. Yusubov N. (2003) Experimental determination of the cutting force in turning. *Mechanical Engineering*, Vol. 43, No. 2, pp. 23–25.
 57. Yusubov N. D. (2007) *Obobshchenie teorii tochnosti mnogoinstrumentnoy tokarnoy obrabotki*. Baku: Nauka Publishing House, 362 p.
 58. Yusubov N., Abbasova H., Dadashov R. (2026) Full factorial model of dimensional distortion in multi-pass turning. *Scientia: Collection of Scientific Papers with the Proceedings of the X International Scientific and Theoretical Conference “Current Issues of Science, Prospects and Challenges”*, Sydney, Australia, pp. 120–126.
 59. Yusubov N. D. (2008) Matrichnaya polnofaktornaya model iskazheniya razmerov, vpolnyaemykh v mnogoinstrumentnykh naladkakh. *Tekhnika Mashinostroyeniya*, No. 1 (65), pp. 36–39.
 60. Yusubov N. D. (2009) Matrichnye modeli tochnosti obrabotki v odnoinstrumentnoy tokarnoy obrabotke. *Tekhnologiya Mashinostroyeniya*, No. 1, pp. 41–45.
 61. Yusubov N. D. (2008) Algoritmizatsiya analiticheskoy modeli poley rasseyaniya razmerov, vpolnyaemykh v mnogoinstrumentnykh mnogopodpornykh naladkakh. *Vestnik Mashinostroyeniya*, No. 2, pp. 54–56.
 62. Savin I.A. et. al. (2026) Enhancing the efficiency of the die casting process in metal molds. *Obrabotka metallov (tekhnologiya, oborudovanie, instrumenty) = Metal Working and Material Science*, vol. 28, no. 1, pp. 101–113. DOI: 10.17212/1994-6309-2026-28.1-101-113
 63. Yusubov N. D. (2009) Matrichnye modeli tochnosti v mnogoinstrumentalnykh dvukhsupportnykh naladkakh. *Vestnik Mashinostroyeniya*, No. 3, pp. 52–54.
 64. Yusubov N. D. (2006) Printsipy klassifikatsii mnogoinstrumentnykh naladok. *Mekhanika. Mashinostroyenie*, No. 3, pp. 23–26.
 65. Yusubov N., Abbasova H., Dadashov R. (2026) Full factorial model of dimensional distortion in multi-tool dual-carriage setups. *Scientia: Collection of Scientific Papers with the Proceedings of the X International Scientific and Theoretical Conference “Current Issues of Science, Prospects and Challenges”*, Sydney, Australia, pp. 127–136.
 66. Hasanov Y.N., Shirvan A.S., Agayev A.R. (2026) Analysis of the technological characteristics of the honing operation of 32CrMoV12-10 steels used under severe friction conditions. *Scientia: Collection of Scientific Papers with the Proceedings of the X International Scientific and Theoretical Conference “Current Issues of Science, Prospects and Challenges”*, Sydney, Australia, pp. 88–97.
 67. Yusubov N., Abbasova H. (2021) Full-factor matrix model of accuracy of dimensions performed on multi-purpose

- CNC machines. *Obrabotka Metallov*, 23(4), pp. 6–20. DOI: 10.17212/1994-6309-2021-23.4-6-20
68. Ardashev D. et.al. (2021) Research on chrome plating quality of the internal surfaces in the hydraulic drives with hydrostatic guideways. *Materials Science Forum*, 1037 MSF, pp. 417–422. DOI: 10.4028/www.scientific.net/MSF.1037.417
69. Ardashev D. et.al. (2020) Development of environmental protection system for installation of chrome plating of the internal surfaces of hydraulic drives with hydrostatic guideways. *E3s Web of Conferences*, 193, pp.02015. DOI: 10.1051/e3sconf/202019302015
70. Yusubov N., Abbasova H., Dadashov R. (2025) Matrix Model of Accuracy in Machining Conical Surfaces on CNC Lathes. *Reliability Theory and Applications*, Vol. 20, Iss. 7, pp. 393-400.
71. Simon S. et.al. (2024) Waterjet cutting of HARDOX-500 workpiece. *Russian Engineering Research*, vol. 44, no. 11, pp. 1572–1576.
72. Yusubov N. D., & Abbasova H. M. Generalized segmented-matrix model of multi-tool machining accuracy. *Scientific Works*, pp. 16–22.
73. Yusubov N.D., Abbasova H.M. (2017) The fundamental principles of the mechanism for forming the scatter field of dimensions in dual-support setups. *Proceedings of the 2nd International Scientific and Technical Conference "Problems of Metallurgy and Materials Science"*, pp. 375-380.
74. Yusubov N.D., Abbasova H.M. (2018) The basic principles of the mechanism for the formation of scattering areas in the two-carriage adjustments. *Machine science*, vol. 7, No1, pp. 57-61.
75. Yusubov N.D., Abbasova H.M. (2017) The fundamental principles of the mechanism for forming the scatter field of dimensions in dual-support setups. *Proceedings of the 2nd International Scientific and Technical Conference "Problems of Metallurgy and Materials Science"*, pp. 375-380.
76. Savin I.A. et al. (2025) Preparation for reconditioning of cemented carbide axial tools by removing wear-resistant coating using a solid-state laser. *ICTPE-2025 Conference*, pp. 109–116.
77. Yusubov N.D., Abbasova H.M. (2024) Systematics of multi-tool setup on lathe group machines. *Obrabotka metallov (tekhnologiya, oborudovanie, instrumenty) = Metal Working and Material Science*, vol. 26, no. 4, pp. 92–111. DOI: 10.17212/1994-6309-2024-26.4-92-111.
78. Savin I.A. et al. (2025) Comprehensive study of thermal, optical and material factors influencing fiber laser cutting efficiency. *International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering (IJTPE)*, No. 4, pp. 351–359.
79. Khabarova D. et. al. (2025) Fluid Flow Modeling in the Spool and Sleeve of an Electro-Hydraulic Power Amplifier. *Reliability: Theory & Applications*, Vol. 20, SI 7 (83), pp. 281–287.
80. Yusubov N., Abbasova, H. (2024) Models of Cutting Forces in The Matrix Theory of Multitool Machining Accuracy. *Key Engineering Materials*, 979, pp. 27–38. DOI: 10.4028/p-bw48Sb
81. Bogatenkov S.A. et. al. (2022) Decision-Making in the Conditions of Introduction of Automated Design Systems of Technological Processes. *Socar Proceedings*, Special Issue 1, pp. 006–010.
82. Simon S., Yusubov N., Amirli S., & Amirov F. (2024) The influence of cutting regime parameters on surface roughness in hydroabrasive waterjet processing of Hardox-500 material. In *Materials of the VI International Scientific Practical Conference "Energy and Resource Saving Technologies: Experiences and Prospects"*, No. 6, pp. 179–186. Kyzylorda: Korkyt Ata University. ISBN: 978-601-02-1668-7.

Yusubov Nizami 

Azerbaijan Technical University, Republic of Azerbaijan

Abbasova Heyran 

Azerbaijan Technical University, Republic of Azerbaijan

Dadashov Ramil 

Azerbaijan Technical University, Republic of Azerbaijan

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS ON SURFACE ROUGHNESS AND TOOL WEAR DURING MACHINING OF CONICAL SURFACES ON CNC LATHES

***Abstract.** The article presents a theoretical and empirical analysis of the influence of technological parameters on surface quality and tool wear during machining of conical surfaces on CNC lathes. It was established that the formation of surface roughness depends not only on geometric factors, but also on thermal, deformation, and tribological phenomena occurring in the cutting zone. The dominant influence of feed rate on surface microrelief was identified, while cutting speed mainly affects the process indirectly through thermal conditions and tool wear. The influence of tool geometry and wear on machining stability was investigated, and empirical models for surface quality and tool durability were proposed.*

Introduction. In modern mechanical engineering, achieving high dimensional accuracy and superior surface quality is considered one of the major technological challenges. Machining of conical surfaces on CNC lathes belongs to the category of precision manufacturing processes requiring high stability and machining accuracy. Such surfaces are widely used in transmission mechanisms, assembly units, and critical machine-building components [1–6].

During machining of conical surfaces, surface quality and tool durability are regarded as the main performance indicators of the technological system. Technological parameters such as feed rate, cutting speed, and depth of cut directly influence the formation of surface roughness and the intensity of tool wear [7–11].

Analysis of previous studies indicates that surface roughness formation cannot be explained solely by geometric factors. Thermal effects, friction phenomena, plastic deformation, and vibration occurring in the cutting zone significantly affect the formation of the actual surface microrelief [12–16].

An additional complexity in machining conical surfaces is associated with the variable diameter factor. This feature causes local variation of cutting speed along the machining zone and limits the applicability of conventional cylindrical

machining models [17–21].

Therefore, comprehensive modeling of the interaction between technological parameters, tool geometry, and tool wear is of considerable scientific and practical importance.

Research Objective. The objective of this study is to determine the influence patterns of technological parameters on surface quality and tool wear during machining of Ct50 steel conical surfaces on CNC lathes, to develop an empirical model considering tool condition, and to provide a theoretical basis for selecting optimal machining conditions.

Main Parameters Affecting the Machining Process. During machining of conical surfaces on CNC lathes, surface quality and tool durability are formed as a result of the interaction of several technological and geometric parameters. The main influencing factors include depth of cut, feed rate, cutting speed, tool geometry, and tool wear. Each of these parameters changes the character of physical and tribological phenomena occurring in the cutting zone and influences both the surface microrelief and tool life [22–25].

From a technological point of view, feed rate is considered the dominant parameter affecting surface roughness formation. Increasing feed rate leads to an increase in both theoretical and actual surface roughness. Meanwhile, cutting speed mainly affects the process indirectly through thermal conditions and tool wear. At high cutting speeds, temperature rise increases tool wear intensity and may deteriorate surface quality [26–30].

Depth of cut primarily affects cutting forces and machining stability. Increasing the depth of cut raises the mechanical load in the cutting zone, which may result in vibration phenomena and unstable surface microrelief formation [31–63].

Tool geometry also plays an important role in the machining process. Increasing the tool nose radius reduces theoretical surface roughness. Rake and clearance angles affect cutting force distribution, chip flow behavior, and friction intensity. Proper selection of these parameters improves both surface quality and tool durability [64–89].

Table 1

Influence of technological parameters on surface quality and tool wear

Parameter	Symbol	Influence on the machining process
Depth of cut	t	Cutting forces and stability
Feed rate	s	Surface roughness
Cutting speed	v	Thermal effects and wear

Table continuation 1

Nose radius	r	Surface microrelief formation
Rake angle	γ	Chip flow and cutting forces
Clearance angle	α	Friction intensity
Tool wear	ha	Flank wear parameter

As shown in Table 1, the parameters affecting the machining process have not only technological but also physical and tribological characteristics. Their interaction determines surface quality and tool durability.

Tool wear is considered one of the major problems in machining processes. As wear increases, the effective cutting edge geometry changes, friction and heat generation intensify, and the machining process becomes less stable. Consequently, surface microrelief deteriorates. Therefore, tool wear should be considered not only as a characteristic of tool condition but also as a parameter affecting surface quality formation [90–105].

Another specific feature of conical surface machining is the variable diameter factor. During machining, diameter variation causes local changes in cutting speed along the machining zone. This leads to variations in cutting forces, temperature, and vibration levels, resulting in more complex technological conditions compared to conventional cylindrical machining [44–46].

Empirical Modeling Approach. Under real machining conditions, surface roughness formation cannot be explained solely by geometric factors. Thermal effects, friction, and plastic deformation occurring in the cutting zone significantly influence the actual surface microrelief. Therefore, modeling of surface quality and tool wear should be performed using a multiparametric functional approach [47–50].

In modern turning processes, surface formation results from the interaction of complex physical and mechanical phenomena. High temperature, vibration, and friction in the cutting zone strongly influence the actual roughness profile. In this regard, surface roughness should be considered not only as a geometric parameter but also as the result of physical and tribological processes.

The theoretical surface roughness according to the classical geometric approach can be expressed as:

$$Ra \approx s^2 / 32r$$

This model characterizes ideal kinematic surface formation and describes the geometric relationship between feed rate and tool nose radius. According to the model, increasing feed rate raises surface roughness, while increasing nose radius reduces the theoretical surface microrelief. However, this approach is valid only

under ideal machining conditions and cannot fully explain results observed in industrial practice.

Under actual machining conditions, temperature increase, plastic deformation, friction, and vibration lead to deviations between theoretical and actual roughness values. In particular, tool wear changes the effective cutting geometry and directly affects the surface microrelief. Therefore, multiparameter empirical models are required for a more accurate description of the machining process.

In machining conical surfaces, the variable diameter factor causes cutting speed variation along the machining zone. This results in local changes in thermal conditions and cutting forces. Consequently, different surface microrelief characteristics may form along different sections of the machined surface, requiring a specific modeling approach for conical surface machining.

Thus, the generalized empirical model for surface roughness can be represented as:

$$Ra = C \cdot t^{x_1} \cdot s^{x_2} \cdot v^{x_3} \cdot r^{x_4} \cdot \gamma^{x_5} \cdot \alpha^{x_6} \cdot ha^{x_7}$$

where: C is the experimental constant coefficient; t is the depth of cut; s is the feed rate; v is the cutting speed; r is the tool nose radius; γ is the rake angle; α is the clearance angle; ha is the degree of tool wear; and x_1 – x_7 are empirical exponents characterizing the influence intensity of the parameters.

The exponents used in the model characterize the sensitivity of surface quality to technological parameters. A larger exponent indicates a stronger influence of the corresponding parameter on surface microrelief. In practice, feed rate is usually considered the most influential parameter affecting surface roughness.

The influence of cutting speed is more complex. At low cutting speeds, friction and built-up edge formation may deteriorate surface quality. At high speeds, thermal generation and tool wear increase significantly. Therefore, the effect of cutting speed on surface quality is mainly indirect.

Including tool geometry in the model enables more accurate representation of the physical nature of the machining process. Increasing the nose radius decreases theoretical surface roughness, while rake angle stabilizes chip flow and clearance angle reduces friction intensity.

Tool wear is one of the key technological indicators of machining performance. As wear increases, friction and heat generation intensify, resulting in poorer surface quality and reduced process stability. Therefore, tool wear should be regarded as an important parameter influencing surface formation.

The empirical model for tool wear can be expressed as:

$$ha = C \cdot t^{y_1} \cdot s^{y_2} \cdot v^{y_3} \cdot r^{y_4}$$

This model characterizes the functional dependence of tool wear on technological parameters. As can be seen, increasing feed rate and cutting speed intensifies wear, while depth of cut mainly affects wear through increased mechanical loading.

One of the main advantages of empirical models is the ability to consider interactions between parameters. In real machining processes, technological factors operate in an interconnected manner. Therefore, machining should be treated as a multiparameter system.

For statistical processing of empirical models, logarithmic transformation may be applied. In this case, the model can be transformed into a linear regression form, enabling statistical evaluation of parameter influence.

The proposed models make it possible to comprehensively evaluate the influence of technological parameters and tool geometry on surface quality and tool durability. This approach provides a scientific basis for process optimization and rational selection of machining conditions.

Conclusion. The performed theoretical analysis demonstrated that machining of conical surfaces on CNC lathes is a multiparameter technological system in which surface quality and tool wear are closely interconnected. Variations in technological parameters significantly affect surface microrelief, thermal conditions, and friction processes.

It was established that feed rate is the dominant factor influencing surface roughness formation, while cutting speed mainly affects the process indirectly through thermal effects and tool wear.

The study also showed that tool geometry plays a crucial role in surface formation. Increasing the nose radius improves surface quality, whereas proper selection of rake and clearance angles contributes to the reduction of cutting forces and friction. Increased tool wear leads to deterioration of surface quality and reduced machining stability.

The variable diameter factor in conical surface machining causes local variation of cutting speed and limits the applicability of classical cylindrical machining models. Therefore, comprehensive evaluation of technological parameters and tool factors is necessary.

The proposed empirical model structures allow evaluation of the interaction between technological parameters, tool geometry, and tool wear with surface quality and provide a scientific basis for machining process optimization. This approach is of significant practical importance for selecting rational machining conditions and improving tool life.

This work was supported by the Azerbaijan Science Foundation – **Grant № AEF-MGC-2024-2(50)-16/01/1-M-01**

References:

1. Amirov, F. G. (2020). Some Features of Increasing the Productivity of Automatic Lines. *Proceedings of Higher Educational Institutions, Mechanical Engineering*, (9), 18-23.
2. Amirov, F. G. (2020). Combination of tool blocks in the position of mechanical processing of alloys with directed crystallization of eutectic structures on multi-threaded automatic lines. *Vestnik Mashinostroeniya*, (10), 79-81.
3. Abbasov, V., Amirov, F., & Karimov, A. (2025). Wear properties of camshaft cams and improvement of their wear resistance. *Reliability: Theory & Applications*, 20(SI 7 (83)), 297-303.
4. Sharifov Z.Z., Khankishiyev I.A. (2016) Corrosion behaviour of welded joints of RSD32 and RSD32SH steels in Caspian seawater. *Water Transport: Collection of Scientific Papers*, No. 2(25), pp. 37–44.
5. Amirov, F. G. (2020). Unification of instrumental units in the position of mechanical processing of alloys with directional crystallization of eutectic structures on multi-stream automatic lines. *Vestnik mashinostroeniya*, (10), 79-81.
6. Amirov F.G. (2013). Distinctive features of machining operation at positions. *Vestnik mashinostroyeniya*, (1), 49-51.
7. Amirov F.G. The Classification of Components for Adjustable or Configurable Automatic Production Lines Using CNC Machine Tools. *Energy Efficiency in Construction and Mechanical Engineering*, 7-11.
8. Amirov, F. G., Simon, S., Steffen, W., Amirli, S. F., & Frana, K. (2021). Determining the accuracy of water pressure processing using 3D scanning. *Herald of Azerbaijan Engineering Academy*, 13(3), 38-44.
9. Yusubov N. et. al. (2025) The Influence of Cutting Conditions and Tool Wear on Machining Efficiency in CNC Machine Tools. *Machine Science*, No. 1, pp. 4–19.
10. Khabarova D. et. al. (2025) Fluid Flow Modeling in the Spool and Sleeve of an Electro-Hydraulic Power Amplifier. *Reliability: Theory & Applications*, Vol. 20, SI 7 (83), pp. 281–287.
11. Yusubov N., Abbasova H. (2024) Practical Applicability of Matrix Models for Accuracy in Multi-Tool Machining on Automatic Lathes. *Machine Science*, Vol. 13, No. 2, pp. 35–41.
12. Gafarov A.M., Khankishiyev I.A., Sadigov V.B. (2019) Analysis of causes of failures of high-precision parts of ship machinery and mechanisms. *Proceedings of Azerbaijan State Marine Academy*, No. 1, pp. 12–16.
13. Abbasov, V., Amirov, F., Amirli, S., Hasanli, S., & Frana, K. (2024). Formation of shaft accuracy during mechanical processing on CNC machines. *Advances in Science and Technology*, 148, 81-86.
14. Amirov, F. (2013). Developing Criterion and optimization of PAL system. *Applied mechanics and materials*, 379, 244-249.
15. Bashirov, R. J., & Amirov, F. G. (2022). Method for determining the thermal state of the cylinder sleeve during centrifugal induction sintering. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Mashinostroenie*, 33-41.
16. Amirov, F. G., & Shiraliyev, I. T. (2025). External Wear of a Flush Pipe in a Drilling Rig. *Russian Engineering Research*, 45(5), 629-634.
17. Gafarov A.M., Khankishiyev I.A., Pashazada S.G. (2023) Honing the External Surface of High-Precision Thin-Walled Cylinders for Marine Mechanisms: Kinematic Aspects. *Russian Engineering Research*, Vol. 43, No. 8, pp. 948–951.
18. Savin I.A. et al. (2025) Innovative solid-state laser method for environmentally safe reconditioning of cemented carbide tools. *International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering (IJTPE)*, No. 4, pp. 315–323.
19. Mammadov A.T., Ismayilov N.S., Huseynov M.C. et al. (2023) Features of obtaining special oil and gas drilling pipes. *International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering (IJTPE)*, No. 3, pp. 270–275.
20. Fraña, K., Neubert, C., Simon, S., Mammadov, A., & Amirov, F. (2020, December). A Flow Study in the Cyclone with Particle Separations. *In International Conference on Computational & Experimental Engineering and Sciences* (pp. 52-59). Cham: Springer International Publishing.
21. Amirov F., Shiraliyev, I. (2024, May). Top drive wash pipe surface wearing. *In International Symposium on Unmanned Systems and The Defense Industry* (pp. 264-269). Cham: Springer Nature Switzerland.
22. Amirli S. F., Fritsche P., Abbasov I. T., Wichmann S., Simon S., Amirov F. G., Mammadov A. S. (2022). The impact of high speed mechanical processing efficiency on the production process. *Herald of Azerbaijan Engineering Academy*, 14(1), pp.41-51.
23. Amirov F. G., Abbasov V. A., Kerimov A. F., Rzayeva V.H. (2025). Design Features of New Camshaft. *Russian Engineering Research*, 45(9), 1244-1247.
24. Yusubov N., Abbasova H., Dadashov R. (2026) Full factorial model of dimensional distortion in multi-tool dual-carriage setups. *Scientia: Collection of Scientific Papers with the Proceedings of the X International Scientific and Theoretical Conference “Current Issues of Science, Prospects and Challenges”*, Sydney, Australia, pp. 127–136.

25. Yusubov N.D., Movlazade V.Z., Abbasova H.M. (2022) Research of Sensitivity of Full-Factor Models of Scattering Fields of Dimensions Performed in Multi-Tool Machining. *Proceedings of the 8th International Conference on Control and Optimization with Industrial Applications (COIA 2022)*, Vol. 2, pp. 480–482.
26. Yusubov N. et al. (2022) On the Matrix Generalization of the Theory of Machining Accuracy. *Machine Science*, Vol. 11, No. 2, pp. 23–36.
27. Bogatenkov S. et al. (2025) Productivity of Technological Operations and Artificial Intelligence: Surface Treatment Plans. *Reliability: Theory & Applications*, Vol. 20, SI 10 (88), pp. 348–355.
28. Rzayev, M. A., & Haziyevev, A. R. (2025). Heat transfer and hydrodynamics in ship heat exchangers. In *Proceedings of the V International Scientific Conference "Bridging Disciplines for Scientific Progress"* (pp. 104–108). Marseille, France.
29. Haziyevev, A. R., Hasanov, V. H., & Bayramova, F. I. (2025). Effect of desalination in vacuum on heat transfer parameters. *Scientific Works of the Azerbaijan State Maritime Academy*, 1, 204–208.
30. Yusubov N.D., Abbasova H.M. et al. (2021) Development of a planning theory for multi-tool machining with the possibilities of modern CNC machine tools. *Forschung im Ingenieurwesen*, Vol. 85, pp. 661–678.
31. Yusubov N.D., Abbasova H.M. et al. (2021) Entwicklung einer Projektierungstheorie für die Mehrwerkzeugbearbeitung mit den Möglichkeiten der modernen CNC-Werkzeugmaschinen. *Forschung im Ingenieurwesen*, Bd. 85, S. 661–678.
32. Gafarov A., Khankishiyev I., Haziyevev A., Abbasova I. (2025) Study of dynamic characteristics of the rotary honing process in the processing of non-rigid thin-walled parts. *Reliability: Theory and Applications*, Vol. 20, pp. 350–357.
33. Mamedov A.T., Abbasov E.O. et al. (2021) Analytical solution of diffusion equations in multicomponent systems during application of diffusion coatings. *Mechanical Engineering Bulletin*, No. 8, pp. 3–9.
34. Yusubov N.D., Khankishiyev I.A., Abbasova H.M. (2023) Matrix models of machining errors in multi-tool multi-carriage adjustments. *International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering (IJTPE)*, No. 3, pp. 309–315.
35. Savin I.A. et al. (2024) Application method of laser ablation of worn surfaces for spot restoration of stamps. *ICTPE-2024 Conference*, pp. 234–240.
36. Savin I.A. et al. (2025) Preparation for reconditioning of cemented carbide axial tools by removing wear-resistant coating using a solid-state laser. *ICTPE-2025 Conference*, pp. 109–116.
37. Savin I.A. et al. (2025) Comprehensive study of thermal, optical and material factors influencing fiber laser cutting efficiency. *International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering (IJTPE)*, No. 4, pp. 351–359.
38. Savin I.A., Avvakumov I.I., Movlazade V.Z. et al. (2024) Standardized work and microelement rationing as a method of increasing operational efficiency. *ICTPE-2024 Conference*, pp. 241–248.
39. Savin I.A., Shaparev A. et al. (2024) Punches and Matrices Recovery for Hot Punching by Electric Arc Hardfacing. *Advances in Science and Technology*, Vol. 148, pp. 65–71.
40. Gafarov A.M., Gafarzade H.V. et al. (2025) Analysis of the Features of Application of Multi-Factor Planning Methods in Carrying out Experimental Studies. *Herald of Azerbaijan Engineering Academy*, No. 1, pp. 25–36.
41. Savin I.A., Avvakumov I.I., Movlazade V.Z. et al. (2025) Optimizing production processes in machine-building enterprises: a case study on microelement rationing and operational excellence. *International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering (IJTPE)*, No. 1, pp. 262–269.
42. Savin I., Khankishiyev I., Mirzayev A. et al. (2025) Processing of High Speed Steels by Pulsed Laser Radiation. *Reliability: Theory and Applications*, Vol. 20, Special Issue 7(83), pp. 304–309.
43. Savin I.A. et al. (2025) Analysis of influence of various factors on fiber laser cutting technology. *ICTPE-2025 Conference*, pp. 95–102.
44. Yusubov N. D. (2008) Algorithmization of analytical model of dimensions stray field, executed in multi-tool multi-carriage adjustments. *Vestnik Mashinostroyeniya*, no. 2, pp. 54–56.
45. Simon S. et al. (2024) Waterjet cutting of HARDOX-500 workpiece. *Russian Engineering Research*, vol. 44, no. 11, pp. 1572–1576.
46. Koshin A.A. et al. (2009) Elements of matrix theory of multitool processing accuracy in three-dimensional setups. *Bulletin of mechanical engineering*, no. 9, pp. 13–17.
47. Simon S. et al. (2024) Formation of geometric parameters of the surfaces of cylindrical parts during waterjet cutting. *Advances in Science and Technology*, vol. 148, pp. 59–64.
48. Yusubov N. D. (2009) Practical applicability of matrix model of precision processing. *Mashinostroitel*, no. 2, pp. 37–40.
49. Bogatenkov S.A., Yusubov N.D. (2019) Planning of Personal Trajectories of Development: Systems of Automated Design. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics*, vol. 19, no. 1, pp.139–145.
50. Yusubov N. D. (2013) Matrix models of processing accuracy in multitool turning. *Mechanical Engineering Technology*, no. 1, pp. 57–63.

51. Yusubov N. D., Abbasova H. M. (2019) Full factorial models of dimensional accuracy of multi-tool machining on automatic turning machines. *Bulletin of the South Ural State University. Series Mechanical Engineering Industry*, vol. 19, no. 1, pp. 56–67.
52. Yusubov N., Abbasova H., Dadashov R. (2026) Full factorial model of dimensional distortion in multi-pass turning. *Scientia: Collection of Scientific Papers with the Proceedings of the X International Scientific and Theoretical Conference "Current Issues of Science, Prospects and Challenges"*, Sydney, Australia, pp. 120–126.
53. Yusubov N.D., Abbasova H.M. et al. (2021) Entwicklung einer Projektierungstheorie für die Mehrwerkzeugbearbeitung mit den Möglichkeiten der modernen CNC-Werkzeugmaschinen. *Forschung im Ingenieurwesen*, 85, pp. 661–678.
54. Yusubov N., Abbasova, H. (2024) Models of Cutting Forces in The Matrix Theory of Multitool Machining Accuracy. *Key Engineering Materials*, 979, pp. 27–38. DOI: 10.4028/p-bW48Sb
55. Bogatenkov S.A. et. al. (2022) Decision-Making in the Conditions of Introduction of Automated Design Systems of Technological Processes. *Socar Proceedings*, Special Issue 1, pp. 006–010.
56. Bogatenkov S. et. al. (2021) Increasing the Productivity of Multi-Tool Machining on Automatic Lathes by Optimizing the Method of Tool Replacement. *"Machine-building and Energy: New Concepts and Technologies" International Scientific-Practical Conference*, AzTU, Baku, Azerbaijan, pp. 59–61.
57. Yusubov N., Abbasova H., Dadashov R. (2023) Theoretical basis for the development of an algorithmic unified complex of mathematical models of cutting forces. *Machine science*, N1, pp. 55-60.
58. Yusubov N., Abbasova H. (2023) Model of Machining Process Control on Multi-Tool Single-Carriage Adjustments. *Machine Science*, Vol. 1, No. 1, pp. 22–27.
59. Movlazade V.Z., Abbasova H.M. (2021) Experimental Determination of Full Matrix Characteristics of Elasticity of Technological System on CNC Machines. *"Machine-building and Energy: New Concepts and Technologies" International Scientific-Practical Conference*, December 2–3, 2021, Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan, pp. 71–73.
60. Yusubov N., Abbasova H. (2020) Control of Processing at Multi-Tool Two-Support Setup. *Vestnik Mashinostroyeniya*, Vol. 3, pp. 67–73.
61. Koshin A.A. Obrabotka na tokarnykh stankakh: naladka, rezhimy rezaniya. *Spravochnik [Processing on lathes: adjustment, cutting conditions. Handbook]*. Chelyabinsk, Siti-Print, 2012. 744 p.
62. Abbasov I.T. et. al. (2022) Study on Reducing Energy Consumption in Rough Turning Operations. *Socar Proceedings*, Special Issue 1, pp. 23–28.
63. Ardashev D. et.al. (2021) Research on chrome plating quality of the internal surfaces in the hydraulic drives with hydrostatic guideways. *Materials Science Forum*, 1037 MSF, pp. 417–422. DOI: 10.4028/www.scientific.net/MSF.1037.417
64. Ardashev D. et.al. (2020) Development of environmental protection system for installation of chrome plating of the internal surfaces of hydraulic drives with hydrostatic guideways. *E3s Web of Conferences*, 193, pp.02015. DOI: 10.1051/e3sconf/202019302015
65. Yusubov N., Abbasova H. (2021) Full-factor matrix model of accuracy of dimensions performed on multi-purpose CNC machines. *Obrabotka Metallov*, 23(4), pp. 6–20. DOI: 10.17212/1994-6309-2021-23.4-6-20
66. Simon S. et.al. (2025) Surface Roughness of Chromonickel Steel after Water Jet Machining: A Full Factorial Experiment. *Russian Engineering Research*, 45(3), pp. 341–345.
67. Yusubov N.D. (2008) Matrix full-factor model of dimensional distortions in multi-tool setups. *Mechanical Engineering Technology*, No 1, pp. 36-39.
68. Yusubov N.D. (2009) Matrix models of the accuracy in multitool two-support setup. *Russian Engineering Research*, 29(3), pp. 268–271. DOI: 10.3103/S1068798X09030125
69. Bogatenkov S.A. et.al. (2021) Increasing the Productivity of Multitool Machining on Automated Lathes by Optimizing the Tool Positions. *Russian Engineering Research*, 41(11), pp. 1075–1079.
70. Yusubov N.D., Abbasova H.M. (2017) The fundamental principles of the mechanism for forming the scatter field of dimensions in dual-support setups. *Proceedings of the 2nd International Scientific and Technical Conference "Problems of Metallurgy and Materials Science"*, pp. 375-380.
71. Yusubov N.D., Abbasova H.M. (2018) The basic principles of the mechanism for the formation of scattering areas in the two-carriage adjustments. *Machine science*, vol. 7, No1, pp. 57-61.
72. Yusubov N.D., Abbasova H.M. (2018) Generalized Segmented-Matrix Model of Multi-Tool Machining Accuracy. *Scientific works*, No 4, pp. 16-22.
73. Dadashov R.Y., Yusubov N.D., Abbasova H.M. (2023) Modeli sil rezaniya pri mekhanicheskoy obrabotke na sovremennykh stankakh tokarnoy gruppy (Models of Cutting Forces During Mechanical Machining on Modern Machines of Turning Group). *Proceedings of the All-Russian Forum of Young Researchers – 2023*, pp. 236–246.
74. Bogatenkov S.A. et.al. (2021) Increasing the Productivity of Multitool Machining on Automated Lathes by Optimizing the Machining Plan. *Russian Engineering Research*, 41(11), pp. 1071–1074.
75. Yusubov N.D. (2009) Matrix models of working accuracy at single-cutter turning. *Tekhnologiya Mashinostroeniya*, no. 1, pp. 41-45.

76. Balabanov I. et. al. (2025) Development of a Parametric Model for Calculating Cutting Forces in External Cylindrical Turning of 20CRMN Steel (1.7147) Using an SNMG 15 06 16-pr 4425 Insert. *Reliability: Theory and Applications*, Vol. 20, Issue 7, pp. 335-342.
77. Khankishiyev I., Majnunov E., Haziyyev A. (2026) Improving the manufacturing technology of bimetallic bearings to enhance operational performance in marine engines. *Scientia: Collection of Scientific Papers with the Proceedings of the VI International Scientific and Theoretical Conference Scientific Review of the Actual Events, Achievements and Problems*, Berlin; Federal Republic of Germany, pp. 95-102.
78. Yusubov N., Abbasova H., Dadashov R. (2025) Matrix Model of Accuracy in Machining Conical Surfaces on CNC Lathes. *Reliability Theory and Applications*, Vol. 20, Iss. 7, pp. 393-400.
79. Yusubov N.D., Movlazade V.Z., Abbasova H.M. (2022) Accuracy Models of Machining in Multi-Tool Adjustments. *Proceedings of the 8th International Conference on Control and Optimization with Industrial Applications (COIA 2022)*, Vol. 2, pp. 477-479.
80. Simon S., Yusubov N. D., Amirli S. F. (2025) Investigation of surface roughness in hydroabrasive machining depending on changes in abrasive grain size and pressure. *Reliability: Theory & Applications*, vol. 20, no. SI 7 (83), pp. 239-245.
81. Bogatenkov S.A. et.al. (2024) Digital twins for computer aided design on lathe operations. *Engineering Headway*, Vol. 7, pp.87-93.
82. Aziz, S. Sh. (2020) Theoretical studies of the dynamic characteristics of the internal lapping process. *Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University*, № 2 (Vol.18), pp. 30-37.
83. Aziz S. Sh., Jafarli G., Sivanesan S. (2025) Increasing processing efficiency in finemachining technology of internal cylindrical surfaces by technological methods. *Reliability: Theory & Applications*, Vol. 20 Iss. SI 10 (88), pp. 307-314.
84. Aziz S. Sh. (2021) Technology procure of multiple launch rocket system directions reliability. *The XVII International Scientific Symposium - "Karabakh Way to Victory"*, pp. 300-306.
85. Korobotov D., Baturin A., Ardashev D. V., Abbasova H. M. (2024) Requirements definition, modeling, and simulation of control units of an electrohydraulic power amplifier. *Advances in Science and Technology*, vol. 148, pp. 179-186.
86. Yusubov N. D., Ardashev D. V., Abbasova H. M. (2024) Integrated characterization of technological system compliance. *Machine science*, no. 1, pp. 4-10.
87. Dubrovin V., Kulakov B., Karpinsky A., Ardashev D., Degtyareva-Kashutina A., Dadashov R. (2025) Modeling and simulation of ductile-iron blank casting processes for an electrohydraulic power amplifier body. *Reliability: Theory & Applications*, vol. 20, no. SI 7 (83), pp. 274-280.
88. Savin I.A. et. al. (2026) Enhancing the efficiency of the die casting process in metal molds. *Obrabotka metallov (tekhnologiya, oborudovanie, instrumenty) = Metal Working and Material Science*, vol. 28, no. 1, pp. 101-113. DOI: 10.17212/1994-6309-2026-28.1-101-113
89. Yusubov N., Abbasova H., Dadashov R. (2026) Multi-tool dual-carriage single-coordinate setups. *Scientia: Collection of Scientific papers with the proceedings of the XI International Scientific and Theoretical Conference "Scientific Forum: Theory and Practice of Research"*, San Francisco, USA, pp. 220-228.
90. Yusubov N., Abbasova H., Dadashov R. (2026) Multi-tool double-carriage two-coordinate setups. *Scientia: Collection of Scientific papers with the proceedings of the XI International Scientific and Theoretical Conference "Scientific Forum: Theory and Practice of Research"*, San Francisco, USA, pp. 211-219.
91. Yusubov N., Abbasova H., Dadashov R. (2026) Analysis of multi-tool multi-carriage single-coordinate machining configurations. *Collection of Scientific papers with the proceedings of the XI International Scientific and Theoretical Conference "Scientific Forum: Theory and Practice of Research"*, San Francisco, USA, pp. 202-210.
92. Hasanov Y.N. et. al. (2025) Application aspects of international quantum standards in electrical measurements. *Proceedings of Azerbaijan State Marine Academy*, No 2, pp.198-203.
93. Hasanov Y.N., Shirvan A.S., Agayev A.R. (2026) Analysis of the technological characteristics of the honing operation of 32CrMoV12-10 steels used under severe friction conditions. *Scientia: Collection of Scientific Papers with the Proceedings of the X International Scientific and Theoretical Conference "Current Issues of Science, Prospects and Challenges"*, Sydney, Australia, pp. 88-97.
94. Yusubov N.D., Abbasova H.M. (2024) Systematics of multi-tool setup on lathe group machines. *Obrabotka metallov (tekhnologiya, oborudovanie, instrumenty) = Metal Working and Material Science*, vol. 26, no. 4, pp. 92-111. DOI: 10.17212/1994-6309-2024-26.4-92-111.
95. Yusubov N., Abbasova H., Dadashov R. (2025) Modeling of machining accuracy of conical surfaces on CNC machine tools. *Proceedings*, vol. 2, pp. 59-67.
96. Zhukov A. et al. (2025) Scientific and methodological support for designing grinding operations using an acoustic indicator. *Machine Science*, Vol.2, pp.38-49.
97. Simon S. et al. (2025) Hardness of Surface Layers Obtained after Waterjet Cutting of Chromium-Nickel Steel Workpieces. *Russian Engineering Research*, 45, 1714-1718.
98. Simon S. et al. (2025) Hardness of surface layers of blanks made of chromium-nickel alloys at hydroabrasive

- machining. *Vestnik Mashinostroyeniya*, Vol.104, No 10, 873–877.
99. Simon S. et al. (2024) Research of the Dependence of Microhardness on Cutting Modes during Waterjet Treatment of Hardox-500 Chrome-Nickel Steel. *Herald of Azerbaijan Engineering Academy*, Vol.16, No 4, 27–33.
100. Pashkov M., Avvakumov I., Abbasova H., Shabiyev E., Abbasova I. (2024) Analysis of Errors Occurring during Tooth Milling Operations and Technological System Factors Affecting the Accuracy of Tooth Processing. *Machine Science*, No 1, 36–45.
101. Guzeev V. et al. (2024) Optimization of the Number of Machining Stages Workpieces for Mechanical Engineering Parts. *Machine Science*, No 2, 4–12. DOI: 10.61413/VZRV4922
102. Yusubov N. (2009) Matrix Models of Accuracy in Multi-Tool Double-Toolplate Tunings. *Vestnik Mashinostroyeniya*, No 3, 52–54.
103. Husseinov H. A., Bagirov S. A., Krehel' R., & Kočičko M. (2014) The increased production efficiency and optimization terms of stationarity by flat grinding with abrasive circle surface. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2014, Article 108797.
104. Gusseinov G. (2012) Surfaces ground by standard wheels and wheels with graduated grain sizes. *Russian Engineering Research*, Vol. 32, No. 1, pp. 50–54.
105. Amirov F.G., Muradov F.R., Mammadhuseynov A.R., Amirli S. F. (2025) Technological and structural features of automatic lines for modern manufacturing systems. *International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering (IJTPE)*, Vol. 17, No. 4 (Issue 65), pp. 389–396.

SECTION 9.

AUTOMATION AND APPLIANCES MAKING

Omarbekov Saparmurad

Associate professor

Tashkent University of Technology, Republic of Uzbekistan

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN UAV SYSTEMS: A FUNCTIONAL AND METHODOLOGICAL ASSESSMENT

Introduction

Unmanned aerial vehicles are widely used in surveillance, reconnaissance, search and rescue, infrastructure monitoring, agriculture, emergency management, and defence-related operations. The integration of artificial intelligence significantly increases their autonomy, surveillance accuracy, decision-making speed, and operational flexibility. Recent studies show that artificial intelligence is important for UAV navigation, object recognition, tracking, safe landing zone identification, route planning, and swarm control.

The main advantage of artificial intelligence in UAV systems is its ability to process large volumes of data in real time and support situation-dependent decisions. The combined analysis of visual, thermal, radio-technical, range-measurement, and positioning data allows a UAV to act not only as a surveillance platform, but also as an intelligent decision-support tool. Deep learning-based machine vision methods are widely applied for object detection, target tracking, obstacle avoidance, safe landing area selection, monitoring, and search and rescue tasks.

In modern UAV systems, artificial intelligence should be viewed as a multi-level control logic rather than a set of separate algorithms. This logic includes data collection, preprocessing, situation recognition, risk assessment, route updating, and control decision formation. Such an approach improves UAV reliability in uncertain and dynamic environments. In swarm systems, artificial intelligence also improves route planning, task allocation, and interaction between UAVs.

The purpose of this study is to assess the application of artificial intelligence in UAV systems from functional, methodological, and operational perspectives. The article analyzes its impact on surveillance capability, autonomous control, decision-

making, and overall effectiveness, and proposes the general structure of an artificial intelligence-based UAV control model.

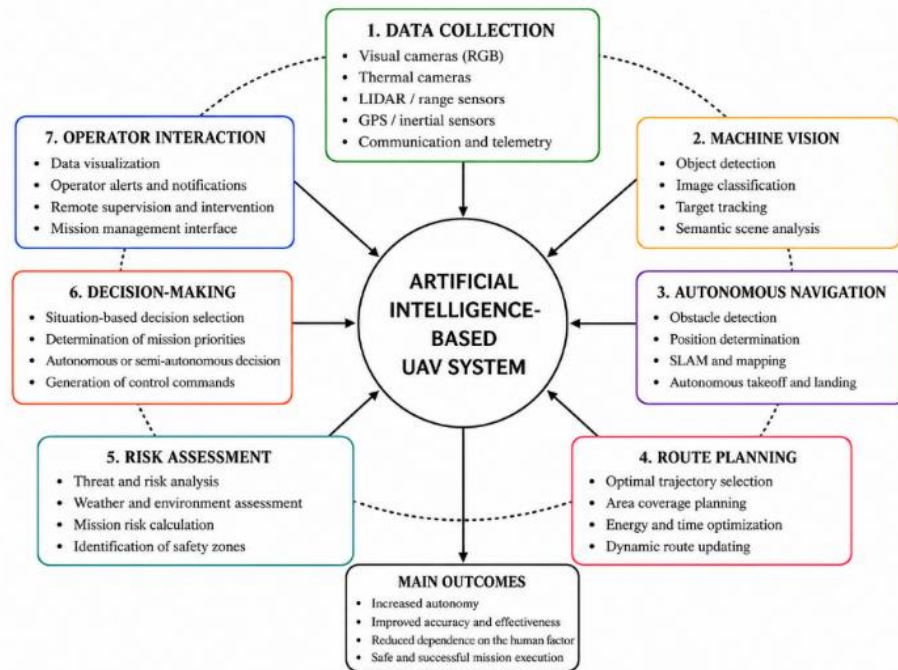


Fig. 1. Conceptual scheme of artificial intelligence application areas in UAV systems Materials and methods

The methodological basis of the study is grounded in systems analysis, functional modelling, and a multi-criteria assessment approach. The application of artificial intelligence in a UAV system is considered not at the level of a technical algorithm alone, but as a functional decision-making chain. This chain consists of five main stages: data acquisition, data processing, situation recognition, decision formation, and implementation of the control action.

At the first stage, visual, thermal, range, position, and motion data are collected through the UAV surveillance devices. At the second stage, these data are filtered, normalized, and transformed into a form suitable for analysis. At the third stage, objects are detected, classified, and tracked through artificial intelligence algorithms. At the fourth stage, the risk level of the situation, route safety, and the probability of mission accomplishment are assessed. At the fifth stage, decisions are formed regarding the UAV's speed, altitude, trajectory, observation angle, or return.

The proposed methodological model is based on the following functional relationship:

$$SI_{UAV} = f(M, G, N, R, Q, E) \quad (1)$$

where SI_{UAV} denotes the integral level of artificial intelligence application in the

UAV system, M denotes data quality, G denotes the accuracy of image and object recognition, N denotes navigation reliability, R denotes risk assessment capability, Q denotes decision-making autonomy, and E denotes the efficiency of using energy and computational resources.

Based on these indicators, the integral assessment can be expressed as follows:

$$I_{UAV} = w_1M + w_2G + w_3N + w_4R + w_5Q + w_6E \quad (2)$$

where w_i represents the weight of the corresponding indicator, and the following condition must be satisfied: $\sum_{i=1}^6 w_i = 1$.

This approach does not limit the effectiveness of artificial intelligence in a UAV system only to object recognition accuracy. It jointly takes into account data quality, flight safety, risk-sensitive decision-making, autonomous control, and resource limitations. This is particularly important because machine vision alone is not sufficient to achieve full autonomy in modern UAVs. Issues such as recognizing unexpected obstacles, generating a new route, selecting a safe landing area, and continuing the mission must be addressed in an integrated manner.

From a methodological perspective, the application of artificial intelligence in UAV systems can be analyzed at three levels. The first level is the surveillance and recognition level. At this stage, deep learning, image segmentation, object classification, and moving object tracking algorithms are applied. The second level is the level of autonomous navigation and route planning. At this stage, the UAV selects a trajectory according to the current environment, obstacles, threat zones, and mission priorities. The third level is the level of decision-making and mission management. At this stage, the UAV links the collected data with the mission objective and updates its operational strategy.

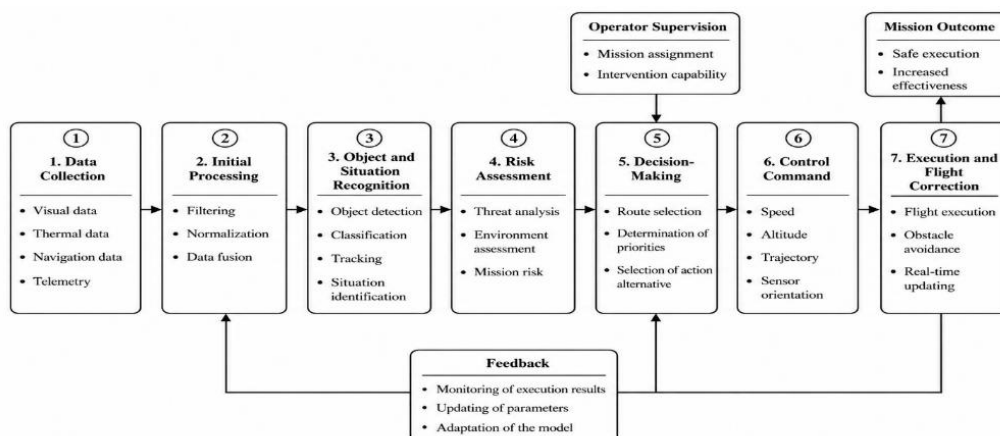


Fig. 2. General structure of an artificial intelligence-based UAV control model

The methodological approach is more complex for UAV swarm systems. In such systems, each UAV functions as an independent surveillance and decision-making unit. However, in order to accomplish the overall mission, mutual data exchange, collision avoidance, area allocation, and collective route planning must be ensured. Recent studies show that centralized, distributed, and hybrid control architectures are used for route planning in multi-UAV systems. However, computational limitations, communication reliability, energy consumption, and adaptation to dynamic environments remain relevant challenges.

Discussion of results

The results of the study show that the application of artificial intelligence in UAV systems improves effectiveness mainly in four directions.

The impact of artificial intelligence functions on the overall effectiveness of a UAV system is not formed at the same level. Object detection, autonomous navigation, route planning, risk assessment, decision support, and swarm control affect the functional capabilities of UAVs to different degrees. A comparative presentation of these differences is given in Figure 3.

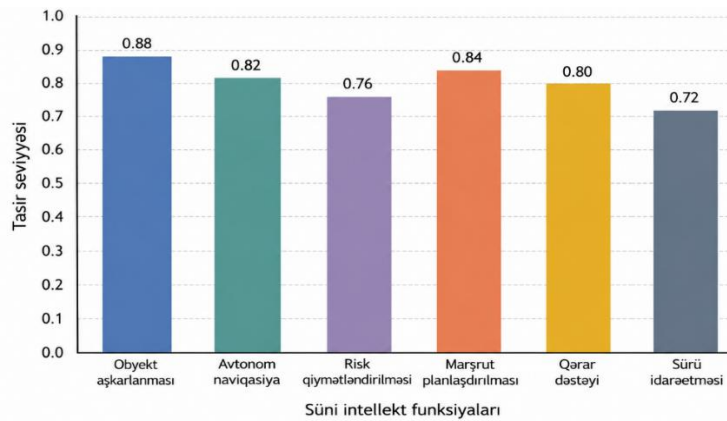


Fig. 3. Impact level of artificial intelligence functions on UAV system effectiveness

As can be seen from Figure 3, the highest impact level is observed in object detection. This result indicates that machine vision and image processing play a key role in improving surveillance effectiveness in UAV systems. The high values obtained for route planning and autonomous navigation also confirm the importance of artificial intelligence in adapting to a changing environment and ensuring safer mission execution.

The first direction is related to surveillance and recognition capability. Artificial intelligence-based machine vision algorithms enable UAVs to detect objects, people, vehicles, infrastructure elements, and environmental changes more

rapidly. This is especially important for large-area monitoring, border control, emergency assessment, and military reconnaissance, where deep learning-based UAV applications are widely used for surveillance, tracking, landing, and search and rescue.

The second direction is associated with autonomous control and navigation. Artificial intelligence allows UAVs to adapt to changing environmental conditions instead of following only pre-defined routes. Obstacle detection, hazardous zone avoidance, safe landing area selection, route updating, and response to unexpected situations are key elements of this direction.

The third direction concerns the improvement of decision-making speed and quality. Artificial intelligence automates preliminary analysis, object selection, risk signal generation, and comparison of possible actions. This reduces the operator's information load and supports faster decisions, but in defence and security applications, human control over responsible decisions must be maintained.

The fourth direction is related to the joint operation of multiple UAVs. In UAV swarms, artificial intelligence supports area allocation, collective search, collision avoidance, communication reliability, and resource distribution. The effectiveness of such systems depends on mission type, environmental dynamics, planning mode, communication stability, and computational resources.

At the same time, artificial intelligence in UAV systems has several limitations. Data quality can be affected by image blurring, weather, lighting, electronic interference, and sensor performance. Computational limitations are also important because deep learning models require high processing power, energy, and real-time performance. Another challenge is algorithm explainability, especially in security and defence-related applications.

Therefore, the assessment of artificial intelligence in UAV systems should combine technical, operational, and security indicators. High recognition accuracy alone is not sufficient if the model cannot operate in real time or consumes excessive energy. Similarly, autonomous route planning may improve safety, but it can create risks in cases of communication loss or incorrect risk assessment.

In this regard, the proposed integral assessment model provides a comprehensive basis for analysis. It evaluates data quality, recognition accuracy, navigation reliability, risk assessment, decision-making autonomy, and resource efficiency within a single system. This approach makes it possible to assess both the technological capability and operational resilience of AI-based UAV systems.

Conclusion

The analysis shows that artificial intelligence significantly expands UAV capabilities by improving object recognition, environmental adaptation, route

updating, risk assessment, and operator decision support. The proposed approach assesses AI-based UAV systems through six indicators: data quality, recognition accuracy, navigation reliability, risk assessment capability, decision-making autonomy, and resource efficiency. However, challenges remain, including data quality, computational and energy limitations, algorithm explainability, communication reliability, false recognition risks, and the need for human control.

References:

1. Bayramov, A. A. et al. (2019). Unmanned aerial vehicle applications for military GIS task solutions. In *Automated systems in the aviation and aerospace industries* (pp. 273-296).
2. Teymurov, M. et al. (2026). Multi-criteria optimization of UAV routes through integration of a risk map and communication quality. *Collection of Scientific Papers «SCIENTIA»*, (March 6, 2026; Sydney, Australia), 107–116.
3. Jahangirov V.A. et al. (2026). Swarm-based unmanned systems for increasing the resilience and operational effectiveness of military missions. In *Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління*. Т.2. С. 127-130.
4. Hasanov A.H. et al. (2024). About detecting moving objects // *Problems of informatization*. Vol. 3. p.114-115.
5. Jahangirov V.A. et al. Mathematical modeling of tactical operations // *Problems of informatization*. Vol. 2. -p.15.
6. Mammadov, G. S. et al. (2026). Climate change effects on soil fertility and moisture in the Nakhchivanchay River Basin, Azerbaijan. *International Journal of Agriculture and Biosciences*, 15(1), 77-86.
7. Teymurov, M.A. (2023). Assessment of soil-vegetation cover and water resources on the basis of modern scientific innovation. Scientific advances and innovative approaches. In *III International Scientific Conference* (pp. 28-32).
8. Mammadov R., & Teymurov M. (2019). Assessment of water resources and risk of water losses due to climate changes and human activities. *The Scientific Heritage*, (34-3 (34)), 3-11.
9. Makhmudov, R. et al. (2024). Regional climate changes in Azerbaijan and assessment of their impact on water resources with a new method. *Reliability: Theory & Applications*, 19(SI 6 (81)), 830-837.
10. Teymurov, M. et al. (2026). Integrated approaches to water resource optimization in Azerbaijan. *Collection of Scientific Papers «SCIENTIA»*, (March 13, 2026; San Francisco, USA), 189–198.
11. Babayev, S. et al. (2025). The impact of unmanned aerial vehicles on the strategy and tactics of modern warfare. *Collection of scientific papers «SCIENTIA»*, (October 10, 2025; Antwerp, Belgium), 28-36.
12. Islamov, I. et al. (2025). The use of unmanned systems and artificial intelligence to enhance radiation and chemical safety in military ecology. *Матеріали конференції МЦНД*, (10.10. 2025; Суми, Україна), 183-192.
13. İvanchenko, O. et al. (2025). Technical aspects of wind energy production. *Collection of scientific papers «SCIENTIA»*, (October 24, 2025; Florence, Italia), 65-72.
14. Huseynov, M. et al. (2025). Application of modern multi-sensor technologies for ground target detection. *Матеріали конференції МЦНД*, (10.10. 2025; Суми, Україна), 172-182.
15. Islamov, I. et al. (2025). Innovative approaches to environmental recovery in conflict-affected areas. *Матеріали конференції МЦНД*, (24.10. 2025; Житомир, Україна), 180-190.
16. Rustamli, B. et al. (2025). Prospects and challenges of bio-nano remediation of military-contaminated lands. *Матеріали конференції МЦНД*, (24.10. 2025; Житомир, Україна), 227-237.
17. Muradova, E. et al. (2025). Analytical evaluation of UAV-based logistical operations in contemporary military systems. *Матеріали конференції МЦНД*, (31.10. 2025; Вінниця, Україна), 347-350.
18. Akhundov, R. et al. (2025, November). Enhancing the efficiency of the military environmental security system through the implementation of advanced technical means. In *Modeling, Control and Information Technologies: Proceedings of International scientific and practical conference* (No. 8, pp. 348-352).
19. Kovtun, A. et al. (2025). Techno economic assessment of a hybrid solar, wind, and biomass system for suburban power supply. *Collection of scientific papers «SCIENTIA»*, (October 17, 2025; London, England, UK), 112-119.
20. Salmanov, E. et al. (2025). Ways to improve logistical support in the Azerbaijani Army. *Collection of scientific papers «SCIENTIA»*, (October 17, 2025; London, England, UK), 88-95.
21. Huseyn-Zada, K. et al. (2025). Spatial patterns of automobile emissions in urban areas: A GIS-based study of Baku. *Матеріали конференції МЦНД*, (17.10. 2025; Хмельницький, Україна), 170-179.
22. Islamov, I. et al. (2025). Prospects for the use of robotic complexes in eliminating the consequences of environmental accidents at military facilities. *Матеріали конференції МЦНД*, (07.11. 2025; Дніпро, Україна), 301-311.
23. İskhandarov, K. et al. (2025). Artificial intelligence in logistics operations. *Матеріали конференції МЦНД*, (31.10. 2025; Вінниця, Україна), 433-445.

24. Zulfugarov, B. et al. (2025). Next generation overground intelligent pedestrian crossing: A technological approach to improving road traffic safety. *Collection of scientific papers «SCIENTIA»*, (October 24, 2025; Florence, Italia), 113-121.
25. İsmayil, İ. et al. (2025). Optimization of wind energy production in Azerbaijan. *Collection of scientific papers «SCIENTIA»*, (November 7, 2025; Strasbourg, France), 82-90.
26. Rustamov, A. et al. (2025). Application of artificial intelligence in the command and control system of naval forces. *Collection of scientific papers «SCIENTIA»*, (November 7, 2025; Strasbourg, France), 103-111.
27. Piriyeu, H. et al. (2025). Optimizing intelligence, surveillance, and assessment in urban environments. *Матеріали конференції МЦНД*, (07.11. 2025; Дніпро, Україна), 246-256.
28. Huseynov, M. et al. (2025). Integrated application of remote sensing in defense and environmental oversight. In *Problems of Informatization: Proceedings of the 13th International Scientific and Technical Conference* (Vol. 2, pp. 114-115).
29. Krikun, V. L. et al. (2025). Accelerating decision making and operational efficiency through C4ISR architecture.
30. Maharramov, R. R. et al. (2025). Impact of high-frequency electromagnetic fields on UAV swarms and countermeasures.
31. Muradov, S. A. et al. (2025). System-level methods for enhancing UAV flight safety and resource efficiency.
32. Javadov, J. M. et al. (2025). Integrating UAV imagery with GIS-based spatial analytics to forecast border risks.
33. Kartashov, O. S. et al. (2025). Hybrid acoustic seismic approach for the identification of moving targets.
34. Ibrahimov, B. G. et al. (2025). Research of multi-service communication networks taking into account dynamically emerging security threats.
35. Valehov, S. A. et al. (2025). Ai-based efficiency model in university governance.
36. Barbashin, V. K. et al. (2025). Enhancement of operational readiness via predictive maintenance and network optimization.
37. Dergachov, K. et al. (2025). Ai based physical and cyber defense for energy grids and transportation systems.
38. Akhundov, R., Hashimov, E., & Talibov, A. (2026). Risk management and matrix decision making in emergency situations at critical and military facilities. *Control, Navigation and Communication Systems*, 2(84), 194–199. <https://doi.org/10.26906/SUNZ.2026.2.194>
39. Axundov, R. Q. (2023). Radiasiya, kimyevi və bioloji mühafizə sisteminin texniki təminatının analizi. *Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının*, 100, 470-472.
40. Axundov, P. G. O. (2019). Сорбционные и структурные характеристики углеродных адсорбентов. *Вестник науки и образования*, (22-1 (76)), 22-27.
41. Babayev, S. M. et al. (2024). Prospects for the application of nanotechnology in the military sector.
42. Akhundov, R. G. (2023). Methods of conducting chemical exploration. In reports of the eleventh international scientific and technical conference” Problems of informatization”. – Kharkiv, Ukraine (Vol. 2, pp. 104-105).
43. Axundov, R., & Abdullayev, R. S. (2023). Karbon əsaslı adsorbentlərin sintezi və tətbiqi. *Bakı: Milli təhlükəsizlik və hərbi elmlər*,(1), 9.
44. Akhundov, R. (2025). Application of innovative technologies for the decontamination and neutralization of radiological and chemical hazards in military environments. *Collection of scientific papers «ΛΟΓΟΣ»*, (August 1, 2025; Seoul, South Korea), 107-115.
45. Akhundov, R. (2023, April). Application of means of remote radiation reconnaissance. In *Modern trends in the development of information and communication technologies and management tools. Abstracts of the Thirteenth International Scientific and Technical Conference*. –Kharkiv, Ukraine (Vol. 2, pp. 8-9).
46. Axundov, R. Q. (2017). Karbon adsorbentlərinin xüsusiyyətlərinin tədqiqi. *Milli təhlükəsizlik və hərbi elmlər*, 1(3), 129-135.
47. Mustafayev, I. I. et al. (2019). The formation of carbon adsorbent at the influence of radiation to the carboneus substances. *Warsaw, Poland: East European Scientific Journal*, (12), 52.
48. Akhundov, R. (2024, April). Ecocide in the Nagorno-Karabakh conflict: an analysis of Armenia's environmental impact on Azerbaijan. In *Current directions of development of information and communication technologies and control tools. Abstracts of the Fourteenth International Scientific and Technical Conference*. –Kharkiv, Ukraine (Vol. 2, pp. 95-96).
49. İskhandarov, K. et al. (2025). Factors shaping the transformation of defence forces employment in a hybridised conflict environment. *Collection of scientific papers «SCIENTIA»*, (November 7, 2025; Strasbourg, France), 60-68.
50. Talibov, A. A. et al. (2025). Game theory enabled multi-level logistics planning. In *Problems of Informatization: Proceedings of the 13th International Scientific and Technical Conference* (Vol. 4, sections 5 and 6, pp. 105–107).
51. Huseynov, B. S. et al. (2025). Multisensor detection architectures on UAV platforms: methodology, indicators and implementation in Azerbaijan.
52. Bakhshali, V. I. et al. (2025). Hybrid energy systems in Azerbaijan: Resilience metrics and spatial constraints. In *Problems of Informatization: Proceedings of the 13th International Scientific and Technical Conference* (Vol.

- 4, pp. 94-96).
53. Sadiqli, A. B. et al. (2025). Gis-based evaluation of road traffic emissions and substantiation of control measures. In *Problems of Informatization: Proceedings of the 13th International Scientific and Technical Conference* (Vol. 4, pp. 101-104).
 54. Petrovski, A. A. et al. (2025). A multi criteria AHP framework for hybrid renewable supply in suburban contexts. In *Problems of Informatization: Proceedings of the 13th International Scientific and Technical Conference* (Vol. 4, pp. 97-100).
 55. İsmayil, İ. et al. (2025). V-model application in oil pipeline protection: risk-oriented integration and test strategies across the lifecycle.
 56. Rustamov, A. R. et al. (2025). A systems approach to urban operations for the protection of critical infrastructure and the management of civilian risks. In *Problems of Informatization: Proceedings of the 13th International Scientific and Technical Conference* (Vol. 4, pp. 80-82).
 57. Sakov, A. A. et al. (2025). Policy-oriented technology selection for environmental security assurance. In *Problems of Informatization: Proceedings of the 13th International Scientific and Technical Conference* (Vol. 4, pp. 52-54).
 58. Hazarkhanov, A. T. et al. (2025). Visual analytics across security and systems engineering: foundations for the V-Model and C4ISR.
 59. İsmayil, İ. et al. (2025). System-level optimization of Azerbaijani wind projects: AEP, LCOE, and grid stability.
 60. Hashimov, E. et al. (2026). Research of the efficiency multiservice networks using MIMO technology. *Advanced Information Systems*, 10(1), 66-71.
 61. Talibov, A. M. et al. (2014). Adapting military environmental standards to modern chemical and radiological threats. *higher education*, (4), 3-9.
 62. Elshan, H. et al. (2026). *Constrained optimization of an integral security indicator for adaptive management of hazardous facilities*. *Grail of Science*, (62), 1003–1014. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.20.02.2026.109>
 63. Akhundov, R. et al. (2026). Methodological limitations of normative design of physical protection systems for critical and military facilities in a dynamic threat environment // *International scientific journal «Grail of Science»*. 2026. № 62. C. 873–889.
 64. Akhundov, R. et al. (2026). *Conceptual models of multi-level physical protection systems for special-purpose and critical infrastructure facilities*. *Grail of Science*, (61), 591–608. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.23.01.2026.066>
 65. İskhandarov, K. et al. (2025). Factors shaping the transformation of defense force employment forms in a hybridized conflict environment.
 66. İbrahimov, B. G. (2025). Analysis of monitoring processes in the system environmental safety and communications infrastructure special-purpose.
 67. Akhundov, R., Hashimov, E. G., & Islamov, I. (2026). *Adaptive modeling of multi-layer protection systems under time-constrained threat scenarios*. *Grail of Science*, (63), 410–422. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.18.03.2026.072>
 68. Akhundov, R., Hashimov, E. G., & Islamov, I. (2026). Methodological framework for adaptive risk-based zoning in multi-layer physical protection systems. *Grail of Science*, (62), 515–526. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.20.02.2026.094>
 69. Akhundov, R., & Hashimov, E. (2026). *Enhancing the physical protection of critical facilities through the integration of physical process models and machine learning*. *Grail of Science*, (61), 722–731. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.23.01.2026.083>
 70. Teymurov, M. A. et al. (2026). *Integrated assessment of water resources in Azerbaijan from quantitative and qualitative perspectives*. In *Technologies, instruments and strategies for the implementation of scientific research: Proceedings of the XI International Scientific Conference* (pp. 109–116).
 71. Hashimov, E. et al. (2026). Decision support for physical protection systems using route-level metrics and simulation-based evaluation. *Grail of Science*, (63), 531–542. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.06.03.2026.059>
 72. Teymurov, M. et al. (2026). Multi-criteria optimization of UAV routes through integration of a risk map and communication quality. In *Current issues of science, prospects and challenges: Proceedings of the X International Scientific and Theoretical Conference* (March 6, 2026, Sydney, Australia) (pp. 107–112).
 73. Akhundov, R., Hashimov, E. G., & Islamov, I. (2026). Scenario oriented sufficiency criteria for physical protection systems provide a traceable path from threat classes to design requirements. *International Scientific Journal «Grail of Science»*, (63), 687–699. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.06.03.2026.074>
 74. Teymurov, M. et al. (2026). Layered risk and resilience model for the physical protection of water resources in Azerbaijan. In *Strategic directions of science development: factors of influence and interaction* (pp. 169–178).
 75. Pronab Kumar Tomar et al. (2026). Structural-parametric and functional optimization of a UAV platform for environmental monitoring tasks. In *Strategic directions of science development: factors of influence and interaction* (pp. 130–140).
 76. Teymurov, M. A. et al. (2026). Integrated assessment of water resources in Azerbaijan from quantitative and

- qualitative perspectives. In *Technologies, instruments and strategies for the implementation of scientific research* (pp. 109–120).
77. Teymurov, M. et al. (2026). Multi-criteria optimization of UAV routes through integration of a risk map and communication quality. In *Current issues of science, prospects and challenges* (pp. 107–116).
78. Teymurov, M. et al. (2026). Integrated approaches to water resource optimization in Azerbaijan. In *Scientific Forum: Theory and Practice of Research* (pp. 189–198).
79. Akhundov, R., & Hashimov, E. G. (2025). *Quantitative categorization of facilities and modeling of potential adversaries*. *Grail of Science*, (60), 469–482.
80. Hashimov, E. et al. (2026). *System analysis of the technological process of physical protection system design*. *Grail of Science*, 64, 638–652. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.20.03.2026.074>
81. Akhundov, R. et al. (2026). *A conceptual problem formulation for justifying requirements in multilayer physical protection systems*. *Grail of Science*, 64, 660–674. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.20.03.2026.076>
82. Babayev, S. et al. (2026). *Conceptual-theoretical foundations and the transformative role of artificial intelligence in multidomain operations*. *Grail of Science*, 64, 606–615. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.20.03.2026.069>
83. Akhundov, R., Hashimov, E. (2026), "Modeling Information Processes and Deriving Measurable Requirements in Physical Protection System Design", *Management Information System and Devices*, No. 1(188), P.5–16. DOI: <https://doi.org/10.30837/0135-1710.2026.188.005>
84. Akhundov, R., Talibov, A., & Hashimov, E. (2026). Information processes in the conceptual design of physical protection systems. *Grail of Science*, 65, 655–671. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.03.04.2026.073>
85. Talibov, A., Akhundov, R., & Hashimov, E. (2026). Integral sensitivity indicator based on multilayer indicators for critical infrastructure and special-purpose facilities and the selection of measures. *Grail of Science*, 65, 563–579. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.03.04.2026.063>
86. Akhundov, R., Talibov, A., & Hashimov, E. (2026). A probabilistic approach to risk formalization in physical protection systems for special purpose facilities. *Grail of Science*, 66, 456–475. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.17.04.2026.051>
87. Akhundov, R., Talibov, A., & Hashimov, E. (2026). System of individual, collective, and social risk indicators for special purpose facilities. *Grail of Science*, 67, 635–647. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.01.05.2026.072>
88. Amirov, F. G. et al. (2026). Digital twins of weapons and military equipment for failure prediction and sustainment optimization. In *Current directions in the development of information and communication technologies and control tools: Proceedings of the 16th International Scientific and Technical Conference* (Vol. 1, pp. 51–54).
89. Radovanović, M. et al. (2026). Artificial intelligence for decision support in multidomain military command and control. In *Current directions in the development of information and communication technologies and control tools: Proceedings of the 16th International Scientific and Technical Conference* (Vol. 1, pp. 48–50).
90. Akhundov, R., Talibov, A., & Hashimov, E. (2026). Temporal sufficiency of physical protection systems for critical and military facilities. *Grail of Science*, 68, 916–930. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.15.05.2026.102>

SECTION 10.

ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS

Сич Микола Валентинович 

аспірант кафедри систем та технологій кібербезпеки
Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій, Україна

Науковий керівник: Борсуковський Ю.В.

канд. техн. наук, доцент,
доцент кафедри систем та технологій кібербезпеки
Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій, Україна

ВИКОРИСТАННЯ PLL-SPUR КОМПОНЕНТІВ ВІДЕОПЕРЕДАВАЧІВ У ЗАДАЧАХ КОГНІТИВНОГО ВИБОРУ КАНАЛУ FPV-РАДІОЛІНІЙ В УМОВАХ РАДІОЕЛЕКТРОННОГО ПОДАВЛЕННЯ

Анотація. У статті розглянуто методику використання паразитних спектральних складових PLL-синтезатора (PLL-spur) аналогового FPV-відеопередавача діапазону 5,8 ГГц як додаткового набору ознак у моделі когнітивного вибору робочого каналу. Запропоновано архітектуру системи на основі True Diversity-приймача, програмно визначуваного спектрального аналізатора та обчислювального модуля з алгоритмом машинного навчання. Обґрунтовано потенціал підходу для підвищення обізнаності FPV-радіоліній у міжімпульсних інтервалах роботи засобів РЕБ.

Ключові слова: FPV-відеолінія, PLL-spur, радіоелектронне подавлення, когнітивне радіо, машинне навчання, True Diversity, стрибкоподібна перебудова частоти, SDR.

Постановка проблеми. Сучасні безпілотні літальні апарати (БПЛА) тактичної ланки та робототехнічні системи з оператором у контурі керування все ширше використовують аналоговий відеозв'язок (First Person View) у різних радіодіапазонах, зокрема 5,8 ГГц. Перевагами таких систем є мала затримка сигналу (десятки мілісекунд), низька собівартість, простота реалізації та широка номенклатура серійної комплектації. Водночас аналоговий характер модуляції визначає принципову вразливість до радіоелектронного подавлення: смуга корисного сигналу становить 27–30 МГц, а впевнене відтворення відеосигналу потребує відношення сигнал/шум (SNR) орієнтовно 16–20 дБ для прийнятної та 25–30 дБ для високої якості зображення.

Сучасні засоби радіоелектронної боротьби (далі — РЕБ; під цим терміном розуміється комплекс методів радіоелектронного впливу на

радіоканал, передусім активне подавлення) використовують як загороджувальне подавлення всього діапазону (broadband barrage jamming), так і пеленгування активної несучої з подальшим вузькосмуговим подавленням (smart spot jamming). Практичні спостереження показують, що сучасні вузькосмугові засоби завад здатні виявляти і подавляти активний канал FPV-радіолінії з часом реакції порядку сотень мілісекунд.

Класичні методи протидії — стрибкоподібна перебудова робочої частоти (frequency hopping, далі — ППРЧ), просторовий рознесений прийом (diversity), адаптивне керування потужністю [2; 5] — є необхідними, проте недостатніми. Сучасні засоби РЕБ оперативно відстежують зміни каналу та повторно пеленгують активну несучу. У зв'язку з цим актуальною є розробка інтелектуальних алгоритмів вибору каналу, що враховують паразитні спектральні характеристики випромінювання власного передавача.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання когнітивного управління радіоканалом систематично досліджується з початку 2000-х років після фундаментальних робіт Дж. Мітоли [7] та С. Хайкіна [6], у яких закладено концепцію самонавчальних систем когнітивного радіо. У монографіях [2; 9] детально розглянуто класичні принципи diversity-прийому, просторово-частотного оброблення сигналів та оптимального прийому в багатопроменевих каналах. Прикладні методи РЕБ і протидії ним систематизовано в роботі [5].

Питання архітектури PLL-синтезаторів частоти, природи та класифікації паразитних спектральних складових PLL-spur ґрунтовно висвітлено в монографіях Д. Банерджі [3] та Б. Разаві [4]. Зокрема, у [3] розглянуто механізми формування reference spurs (від просочування опорної частоти), fractional spurs (для PLL з дробовим коефіцієнтом ділення) та integer boundary spurs. У [4] викладено вплив параметрів петлевого фільтра на форму та рівень spur-сигналів. Класичні принципи теорії приймачів та каналного кодування подано в [8]. Шумові характеристики радіоприймальних трактів, малощумних підсилювачів та оцінювання чутливості детально розглянуто в монографії Д. Позара [1].

Сучасні підходи до прикладного машинного навчання для задач класифікації і регресії на табличних даних, що є типовими для оцінювання стану радіоканалу, представлено в роботі [10] (алгоритм градієнтного бустингу XGBoost). Прикладні питання захисту радіоліній БПЛА від РЕБ розглядаються переважно в технічних звітах та дисертаційних дослідженнях; систематичних робіт, у яких пропонується використання саме паразитних спектральних характеристик власного передавача як інформаційного ресурсу

когнітивної моделі, у відкритих джерелах не виявлено. Це обґрунтовує доцільність окремого дослідження зазначеного питання.

Виділення невіршених раніше частин загальної проблеми. Невіршеним залишається питання інтеграції фізичних особливостей конкретних серійних відеопередавачів — насамперед частотного розташування та стабільності PLL-spur-компонент у спектрі — у простір ознак моделі машинного навчання, що керує вибором робочого каналу. У наявних роботах spur-сигнали розглядаються переважно як небажане явище, що знижує спектральну чистоту випромінювання; їх інформаційний потенціал як ознаки для оцінювання стану каналу та ідентифікації передавача залишається нерозкритим.

Мета і завдання статті. Метою статті є обґрунтування методики використання паразитних спектральних складових PLL-синтезатора FPV-відеопередавача як додаткової несучої частоти відеосигналу для забезпечення стійкої передачі відеозв'язку в умовах роботи засобів РЕБ. Для досягнення поставленої мети сформульовано такі завдання: 1) проаналізувати природу та стабільність PLL-spur-компонент у спектрі серійних аналогових FPV-передавачів діапазону 5,8 ГГц; 2) запропонувати архітектуру приймальної системи, що поєднує True Diversity-прийом, SDR-аналіз спектра та обчислювальне ядро для реалізації моделі машинного навчання; 3) сформулювати простір ознак моделі класифікації стану каналу; 4) визначити обмеження запропонованого підходу та сформулювати напрями подальших досліджень.

Наукова новизна. Новизна роботи полягає у використанні паразитних спектральних складових PLL-синтезатора як додаткового набору ознак для когнітивного вибору робочої частоти FPV-відеолінії в умовах активного радіоелектронного подавлення. На відміну від класичних систем cognitive radio, у яких аналізується переважно основна несуча або інтегральний рівень шуму, запропонований підхід використовує тонкоструктурні спектральні особливості випромінювання конкретного передавача та поєднує елементи RF fingerprinting і cognitive radio.

Виклад основного матеріалу.

Природа PLL-spur у відеопередавачах діапазону 5,8 ГГц. У більшості сучасних аналогових відеопередавачів (VTX) діапазону 5,8 ГГц — зокрема у пристроях на базі серійного SoC RTC6705 — застосовується синтезатор частоти з фазовим автопідстроюванням (Phase-Locked Loop, PLL). Через дискретний характер роботи фазочастотного детектора, обмеження в смузі пропускання фільтра (loop filter) та просочування опорної частоти у спектрі

сигналу формуються паразитні гармонічні складові — PLL-spurs [3; 4]. Класифікацію основних типів spur-сигналів подано в табл. 1; рівні наведено у дБн (англ. dBc, decibel relative to carrier).

Таблиця 1

Класифікація типів PLL-spur у синтезаторах частоти

Тип spur	Причина виникнення	Частотне розташування	Типовий рівень
Reference spur	Просочування опорної частоти через PFD	$\pm N \times f_{REF}$ від несучої	-40...-80 дБн
Fractional spur	Дробове ділення в Fractional-N PLL	при дробових зсувах від несучої, кратних f_{PFD}/M	-40...-70 дБн
Integer-boundary spur	Σ - Δ модулятор біля цілих значень N	на низьких offset-частотах від несучої	-50...-70 дБн

Джерело: сформовано з [3; 4].

Для серійних VTX на базі RTC6705 рівень reference spur типово знаходиться в межах -40...-55 дБн — це зумовлено компромісом між собівартістю пристрою та оптимізацією параметрів петлевого фільтра. Для якісніших PLL-архітектур (наприклад, ADF4351 з оптимізованим loop filter) досяжний рівень -60...-80 дБн. Для серійних SoC RTC6705 частотне розташування spur-компонент у спектрі є відтворюваним і відрізняється між екземплярами лише незначно — переважно за рахунок розкиду параметрів кварцових опорних генераторів. Це дозволяє використовувати характерну spur-структуру конкретного передавача як додаткову ознаку для його ідентифікації серед інших джерел випромінювання та для непрямого оцінювання якості каналу.

Модель FPV-радіолінії в умовах активного подавлення. Радіолінія розглядається як двоточковий канал «передавач — приймач» у середовищі активних перешкод. Корисний сигнал — аналогова FM-модульована несуча відеосигналу 5,8 ГГц зі смугою близько 27 МГц та потужністю передавача 25–600 мВт. Завадна обстановка моделюється з урахуванням двох типових сценаріїв:

– вузькосмугове пеленгаційне подавлення (smart spot jamming): засоби завад сканують діапазон, виявляють активний канал та подавляють його смугою 10–40 МГц; час реакції — порядку сотень мілісекунд;

– загороджувальне подавлення (broadband barrage jamming): засоби завад одночасно подавляють весь діапазон або його значну частину; через

обмеження середньої потужності більшість реальних реалізацій працює в імпульсному режимі зі шпаруватістю 5–20 %.

Інформаційна роль PLL-spur у двох сценаріях суттєво відрізняється. За загороджувального подавлення з обмеженою шпаруватістю у міжімпульсних інтервалах спектральна структура каналу може залишатися доступною для аналізу; spur слугує додатковою ознакою поточного стану каналу — запропонований підхід реалізує opportunistic spectrum sensing (опортуністичний спектральний моніторинг) у вікнах між імпульсами завад. За smart spot jamming сама несуча та її spur-компоненти перебувають у смузі подавлення синхронно, тому інформаційна цінність spur тут визначається не «виживанням», а їх роллю як стійкої RF-fingerprint ознаки. Вона потенційно дозволяє ідентифікувати власний передавач після перемикання каналу, відокремити його випромінювання від сигналів інших VTX поблизу та оцінити очікувану відтворюваність характеристик каналу до перемикання.

Архітектура запропонованої системи. Запропонована система складається з аналогового FPV-відеопередавача (VTX) промислового виробництва; True Diversity-приймача з двома (або більше) незалежними радіочастотними трактами, кожен з малошумним підсилювачем (LNA); програмно визначуваного радіоприймача (SDR) з миттєвою смугою аналізу 20–56 МГц (HackRF One, USRP B210 або еквівалент); обчислювального модуля рівня одноплатного комп'ютера (Raspberry Pi 5, NVIDIA Jetson Orin Nano); модуля керування комутацією і телеметрією на базі мікроконтролера STM32.

SDR-приймач забезпечує спектральний аналіз сегмента діапазону шириною до 56 МГц у миттєвому режимі. Оскільки повна ширина FPV-діапазону становить близько 200 МГц (37 стандартних каналів зі стандартними рознесеннями), сканування виконується посекційно за заданою програмою з 4–6 секцій з контрольованим перекриттям. Основне обчислювальне навантаження модуля припадає на спектральний препроцесинг — швидке перетворення Фур'є (FFT) та детекцію локальних максимумів у спектрі; інференс моделі градієнтного бустингу займає менше 1 мс на одне рішення. На одноплатному обчислювачі рівня Raspberry Pi 5 або Jetson Orin Nano досяжна частота прийняття рішень становить 10–20 Гц; основним обмежувальним чинником є не FFT/інференс, а пропускна здатність USB-каналу до SDR та латентність перебудови приймача між секціями сканування.

Модель машинного навчання. Для класифікації стану радіоканалу запропоновано використати ансамблеву модель градієнтного бустингу

(наприклад, XGBoost або LightGBM) [10], що приймає на вхід вектор ознак, описаний у табл. 2. Вибір ансамблевих моделей градієнтного бустингу зумовлений їх ефективністю для табличних ознак малого та середнього розміру, низькими вимогами до обсягу навчальної вибірки порівняно з неймережевими підходами та стійкістю до шумових ознак, що є характерним для реальної радіообстановки.

Таблиця 2

Простір ознак моделі класифікації стану радіоканалу

Група ознак	Конкретні ознаки
Основний сигнал	RSSI основної несучої, оцінка SNR, частота втрати горизонтальної/вертикальної синхронізації (SyncLossRate)
PLL-spur	Кількість виявлених spur, їх амплітуди, частотні зсуви відносно несучої, варіація амплітуди у часі
Шумовий профіль	Спектральна щільність потужності у захисному інтервалі, плоскість шуму, наявність вузькосмугових перешкод
Історичні	Час від останнього подавлення, тривалість попередніх подавлень, частота перемикаць
Платформа	Швидкість/режим роботи ESC БПЛА, температура корпусу VTX

Джерело: авторська розробка.

Узагальнена оцінка живучості (channel resilience) i -го каналу обчислюється як зважена сума нормалізованих (z-score) ознак (1):

$$p_i = f(\text{RSSI}_i, \text{SNR}_i, P_{\text{spur},i}, \Delta f_{\text{spur},i}, J_i, H_i) \quad (1)$$

де RSSI_i — нормалізований рівень основної несучої i -го каналу, дБм; SNR_i — нормалізована оцінка відношення сигнал/шум; $P_{\text{spur},i}$ — нормалізована інтегральна потужність spur-компонент власного передавача у смузі i -го каналу за останніми спостереженнями цього каналу як активного, дБм; $\Delta f_{\text{spur},i}$ — вектор частотних зсувів виявлених spur-компонент відносно несучої, Гц; J_i — нормалізована оцінка інтенсивності зовнішніх завад у смузі каналу, дБм; H_i — історичні параметри подавлення каналу (час від останнього подавлення, частота перемикаць тощо). Канал з максимальною оцінкою p_i , що відрізняється від поточного, обирається як кандидат для перемикавання; перемикавання виконується, якщо оцінка поточного каналу нижче встановленого порогу (наприклад, $p < 0,3$) і зниження зберігається протягом інтервалу $T \geq 100$ мс.

Очікуваний обсяг навчальної вибірки — не менше 10^5 розмічених прикладів. Основна частина вибірки формується синтетично з використанням SDR-засобу завад у лабораторних умовах, що дозволяє контролювано відтворювати сценарії smart spot та загороджувального подавлення. Обмежена підвибірка з польових випробувань використовується для валідації моделі та оцінювання узагальнювальної здатності.

Роль True Diversity та малошумних підсилювачів. Архітектура True Diversity-приймача забезпечує одночасну обробку двох або більше радіочастотних трактів з незалежними антенами та LNA, що дозволяє: порівнювати рівні spur-компонент між трактами; виконувати перемикання між антенами без втрати кадрової синхронізації; здійснювати наближену оцінку напрямку приходу сигналу за різницею рівнів між антенами. Для просторово-розсіяного релеєвського (Rayleigh) завмирання виграш selection-combining diversity-прийому становить 3–6 дБ [2; 9].

Малошумні підсилювачі знижують коефіцієнт шуму приймального тракту (NF) до 1–2 дБ і відповідно підвищують його ефективну чутливість [1]. Для FM-відеоприймачів типу RX5808 межа прийнятної якості відеосигналу — близько –90 дБм. Водночас SDR-приймач із вузькою смугою аналізу та накопиченням спектральних відліків дозволяє виявляти окремі вузькосмугові спектральні складові — зокрема PLL-spur — на рівнях, нижчих за поріг стабільної синхронізації аналогового відеотракту: для SDR USRP-класу досяжний поріг детектування становить орієнтовно –100...–110 дБм, для менш чутливих платформ (HackRF One) — на 10–15 дБ гірше. Це зберігає інформаційний ресурс навіть тоді, коли відеотракт уже не забезпечує синхронізації.

Експериментальна методика. Експериментальне дослідження проводиться за програмою, що включає: 1) картографування spur-компонент для набору серійних VTX різних виробників на всіх стандартних каналах діапазону 5,8 ГГц; 2) реєстрацію динаміки spur-сигнатур при змінах температури корпусу VTX від –10 до +60 °C; 3) моделювання сценаріїв вузькосмугового та загороджувального подавлення з використанням SDR-постановника перешкод; 4) накопичення розміченої навчальної вибірки; 5) тренування моделі та крос-валідацію; 6) польові випробування з оцінюванням приросту часу утримання відеолінії.

Обмеження запропонованого підходу. До основних обмежень підходу належать: залежність характеристик spur-сигнатур від конкретного екземпляра VTX, що вимагає попередньої калібрувальної процедури або online-навчання; обмежена миттєва смуга аналізу SDR (20–56 МГц проти 200

МГц повного діапазону FPV), що зумовлює необхідність посекаційного сканування; вплив завад електромагнітного походження від силової електроніки БПЛА (ESC-контролерів та електродвигунів) на чутливість SDR-тракту; складність побудови повністю репрезентативної навчальної вибірки за умов обмеженого доступу до тактичних засобів РЕБ. Окремим суттєвим обмеженням є те, що за високого рівня широкосмугового подавлення spur-компоненти можуть втрачатися в шумовому фоні або маскуватися побічними випромінюваннями засобу завад, що зменшує інформаційну цінність цієї ознаки.

Висновки. Сформульовано концепцію використання паразитних спектральних складових PLL-синтезатора відеопередавача як додаткового простору ознак у моделі когнітивного вибору робочого каналу аналогової FPV-відеолінії. Обґрунтовано доцільність використання spur-компонент як потенційно стійкої ознаки типу RF-fingerprint, відтворюваної між екземплярами VTX з точністю, що визначається переважно розкидом параметрів кварцових опорних генераторів. Запропонована архітектура поєднує True Diversity-приймач, SDR-аналізатор спектра та обчислювальний модуль із моделлю градієнтного бустингу, що оцінює живучість кожного з доступних каналів за розширеним простором ознак. Потенційними перевагами підходу є використання наявних фізичних особливостей серійних VTX без потреби модифікації передавача, сумісність із типовими True Diversity-системами, розширення набору ознак для алгоритмів машинного навчання, що керують ППРЧ, а також можливість ідентифікації власного передавача за RF-fingerprint при вузькосмуговому пеленгаційному подавленні.

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження доцільно спрямувати на побудову автоматичного класифікатора типів PLL-spur; експериментальне оцінювання приросту часу утримання відеолінії за рахунок додавання spur-ознак до простору ознак когнітивної моделі; розробку online-алгоритмів адаптивної калібрувальної процедури для нових екземплярів VTX; інтеграцію запропонованих рішень із системами адаптивного ППРЧ реального часу та з мережевими протоколами координації групи БПЛА.

Список використаних джерел:

1. Pozar D. M. Microwave Engineering. 4th ed. Hoboken, NJ : John Wiley & Sons, 2012. 752 с.
2. Goldsmith A. Wireless Communications. Cambridge : Cambridge University Press, 2005. 644 с.
3. Banerjee D. PLL Performance, Simulation, and Design. 4th ed. Indianapolis : Dog Ear Publishing, 2006. 422 с.
4. Razavi B. RF Microelectronics. 2nd ed. Upper Saddle River, NJ : Prentice Hall, 2011. 916 с.
5. Poisel R. A. Modern Communications Jamming Principles and Techniques. 2nd ed. Norwood, MA : Artech House, 2011. 855 с.

6. Haykin S. Cognitive radio: brain-empowered wireless communications. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*. 2005. Vol. 23, № 2. C. 201–220. DOI: 10.1109/JSAC.2004.839380.
7. Mitola J., Maguire G. Q. Cognitive radio: making software radios more personal. *IEEE Personal Communications*. 1999. Vol. 6, № 4. C. 13–18. DOI: 10.1109/98.788210.
8. Sklar B. *Digital Communications: Fundamentals and Applications*. 2nd ed. Upper Saddle River, NJ : Prentice Hall, 2001. 1104 c.
9. Tse D., Viswanath P. *Fundamentals of Wireless Communication*. Cambridge : Cambridge University Press, 2005. 564 c.
10. Chen T., Guestrin C. XGBoost: A scalable tree boosting system. *Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD '16)*. 2016. C. 785–794. DOI: 10.1145/2939672.2939785.

SECTION 11.

COMPUTER AND SOFTWARE ENGINEERING

Степаненко Артем Віталійович

здобувач вищої освіти факультету комп'ютерних наук
*Національний технічний університет «Харківський національний університет
радіоелектроніки», Україна*

Науковий керівник: Левикін Віктор Макарович 

професор кафедри радіотехнологій інформаційно-комунікаційних систем
*Національний технічний університет «Харківський національний університет
радіоелектроніки», Україна*

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ПРОЕКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Сучасне проектування інформаційних систем є ключовим етапом цифрової трансформації організацій, оскільки визначає ефективність, масштабованість та адаптивність майбутніх програмних рішень. У сучасних умовах швидкої зміни бізнес-вимог традиційні підходи до проектування ІС поступаються місцем гнучким та ітеративним методологіям.

Одним із провідних сучасних підходів до планування та розробки інформаційних систем є Agile-методології [1], які ґрунтуються на ітеративному та інкрементальному процесі створення програмного продукту. Вони передбачають поділ розробки на короткі цикли (спринти), у межах яких поступово реалізуються окремі функціональні частини системи з обов'язковим отриманням постійного зворотного зв'язку від замовника або кінцевих користувачів.

Такий підхід дозволяє значно підвищити гнучкість процесу розробки, оперативно враховувати зміни вимог бізнесу та швидко адаптувати архітектуру системи до нових умов. Крім того, Agile сприяє зниженню ризиків невідповідності кінцевого продукту очікуванням користувачів, оскільки результат кожного етапу можна одразу оцінити та скоригувати подальший напрямок роботи.

У межах Agile-екосистеми найбільш поширеними фреймворками є Scrum та Kanban, які використовуються для організації ефективної командної взаємодії, управління завданнями та контролю прогресу розробки. Scrum акцентує увагу на ролях у команді, регулярних зустрічах та чітко визначених

спринтах, тоді як Kanban забезпечує візуалізацію робочого процесу та оптимізацію потоку завдань без жорстких часових рамок.

Важливу роль у сучасному плануванні інформаційних систем також відіграє архітектурний підхід на основі мікросервісів [2], який передбачає побудову системи як набору невеликих, слабо зв'язаних і незалежно розгорнутих сервісів. Кожен мікросервіс відповідає за окрему бізнес-функціональність і може розроблятися, тестуватися та масштабуватися автономно, що значно підвищує гнучкість усього програмного комплексу.

Такий підхід забезпечує високий рівень модульності системи, спрощує її супровід і модернізацію, а також дозволяє командам працювати паралельно над різними частинами проєкту без суттєвих взаємних обмежень. Крім того, незалежність компонентів зменшує ризик глобальних збоїв, оскільки відмова одного сервісу не обов'язково призводить до повного порушення роботи системи.

Мікросервісна архітектура особливо ефективна у поєднанні з хмарними технологіями, де ресурси можна динамічно масштабувати залежно від навантаження. Вона є також оптимальним рішенням для високонавантажених інформаційних систем, таких як великі веб-платформи, фінансові сервіси або e-commerce системи, де критично важливими є продуктивність, відмовостійкість і швидкість реагування на зміну навантаження.

Серед сучасних тенденцій варто виділити використання DevOps-підходу [3], що інтегрує процеси розробки та експлуатації програмного забезпечення. Це сприяє автоматизації розгортання, тестування та моніторингу систем, підвищуючи швидкість доставки змін.

Окремо слід відзначити значення хмарних технологій, які дозволяють планувати ІС із врахуванням гнучкого масштабування ресурсів, високої доступності та оптимізації витрат. Використання платформ типу SaaS, PaaS та IaaS значно спрощує інфраструктурне планування.

Хмарні рішення також забезпечують високу доступність і надійність систем завдяки резервуванню даних, автоматичному балансуванню навантаження та підтримці безперервної роботи сервісів. Крім того, використання хмарної інфраструктури дозволяє оптимізувати фінансові витрати, оскільки модель оплати часто базується на принципі "pay-as-you-go", тобто оплати лише за фактично використані ресурси.

У сучасних умовах широко застосовуються моделі хмарних сервісів SaaS (Software as a Service), PaaS (Platform as a Service) та IaaS (Infrastructure as a Service) [4]. Вони значно спрощують процес інфраструктурного планування, адміністрування та розгортання програмного забезпечення, дозволяючи

розробникам і компаніям зосереджуватися безпосередньо на реалізації бізнес-функціональності та розвитку інформаційної системи.

Таким чином, сучасні підходи до планування інформаційних систем базуються на гнучкості, модульності та автоматизації процесів. Їхнє застосування дозволяє створювати ефективні, масштабовані та адаптивні ІС, які відповідають вимогам динамічного цифрового середовища.

Список використаних джерел:

1. Левикін В.М., Євланов М.В., Керносов М.А. Паттерни проектування вимог до інформаційних систем: моделювання та використання: монографія. – Харків: ХНУРЕ, 2014. – 320 с. – Рос. мовою.
2. Dooley J.F., Kazakova V.A. Software Development, Design, and Coding: With Patterns, Debugging, Unit Testing, and Refactoring: textbook. – 2024.
3. Євланов М.В., Шутько В.В. Розробка базового методу стратегічного планування хмарної міграції інформаційної системи // АСУ та прилади автоматики. – 2025.
4. Piyas M., Ahson S.A. (ред.) Cloud Computing and Software Services: Theory and Techniques. – CRC Press, 2010. – 458 p. – Англ. мовою.

SECTION 12.

INFORMATION TECHNOLOGIES AND SYSTEMS

Krymska Anna 

PhD in Engineering, Associate Professor
*Department of Management, Marketing and Logistics,
The Chernivtsi Institute of Trade and Economics of the
State University of Trade and Economics, Ukraine*

INFORMATION TECHNOLOGIES IN ENSURING ACADEMIC INTEGRITY IN DIGITAL ENVIRONMENTS

Introduction. In the context of digital education development, the issue of academic integrity acquires a qualitatively new significance. Technological tools, which previously served an auxiliary function, now constitute an essential component of the infrastructure for monitoring, controlling, and supporting honest work among students.

While the digital environment creates risks for misconduct, it simultaneously opens broader opportunities for preventing dishonest behavior through the application of analytical platforms, verification systems, artificial intelligence (hereinafter referred to as AI), and cloud-based services.

Research by O. Anishchenko, K. Kotun, V. Kupalnyi [1] and U. Kiriienko [2] confirms that the implementation of technological solutions ensures not only the detection of violations but also contributes to the formation of a value-based educational environment in which students gradually develop habits of responsible academic work. Consequently, the problem of integrity extends beyond simple text verification to encompass educational culture, digital interaction, data transparency, and continuous feedback.

Study objective: to analyze the role and practical potential of modern information technologies in establishing an academic integrity assurance system.

Study objectives:

1. To analyze modern information technologies applied to ensure academic integrity and determine their functional potential in the digital educational environment.

2. To evaluate the practical experience of implementing digital tools and cloud-based services for creating an academic integrity ecosystem based on available

scientific sources.

3. To identify the pedagogical conditions and necessary digital competencies that enhance the effectiveness of information technology use in supporting academic integrity.

Research methods. This study employed a combination of general scientific and empirical methods: analysis, systematization, and synthesis of scientific works devoted to educational digitalization and academic integrity assurance; comparative analysis of information technologies used in university practice; and content analysis of publications selected according to criteria of scientific relevance and the presence of descriptions of digital solutions or integrity models.

Study Results. Modern higher education institutions employ a wide range of digital tools that enable the prevention of integrity violations at the stage of their occurrence. These include plagiarism detection systems (Unicheck, StrikePlagiarism), automated testing services that generate unique task combinations, monitoring dashboards for tracking student activity, and AI services that identify atypical stylistic changes or anomalies in text structure [3].

Comparative analysis of academic integrity verification tools demonstrates that Unicheck and StrikePlagiarism, while sharing the common function of detecting textual matches, differ in several parameters. Unicheck is characterized by high-speed match detection and interface convenience, supports LMS integration, and provides an advanced reporting system; however, its subscription is more expensive. StrikePlagiarism, conversely, ensures deeper analysis of academic texts by offering more detailed similarity assessment parameters and is more financially accessible for educational institutions, although it operates more slowly and has a less intuitive interface. This comparison enables educational institutions to select a tool considering the balance among budgetary constraints, verification accuracy, and ease of application.

Cloud-based environments deserve special attention, and their role has been analyzed by V. Kovalenko, S. Lytvynova, M. Mariienko, and M. Shyshkina [4]. Through cloud technologies, instructors can manage shared educational spaces where all materials, comments, and results are recorded automatically, significantly reducing the risk of manipulation (Figure 1).

Analysis of the aforementioned technologies demonstrates that their effectiveness is supported by empirical data. Specifically, the implementation of text verification systems (Unicheck, StrikePlagiarism) enables a reduction in plagiarism levels by an average of 25% to 40% during the first year following implementation, depending on institutional policy. LMS dashboards provide access to key progress

metrics (system login frequency, assignment completion timeliness, duration of engagement with materials, and grade dynamics), which facilitates prompt identification of risks for dishonest behavior. Cloud-based services demonstrate high effectiveness through complete recording of editing history, thereby minimizing the possibility of file substitution or external interference. AI-based tools are distinguished by enhanced accuracy in detecting stylistic anomalies; however, their effectiveness depends on the quality of training models and confidentiality policies.

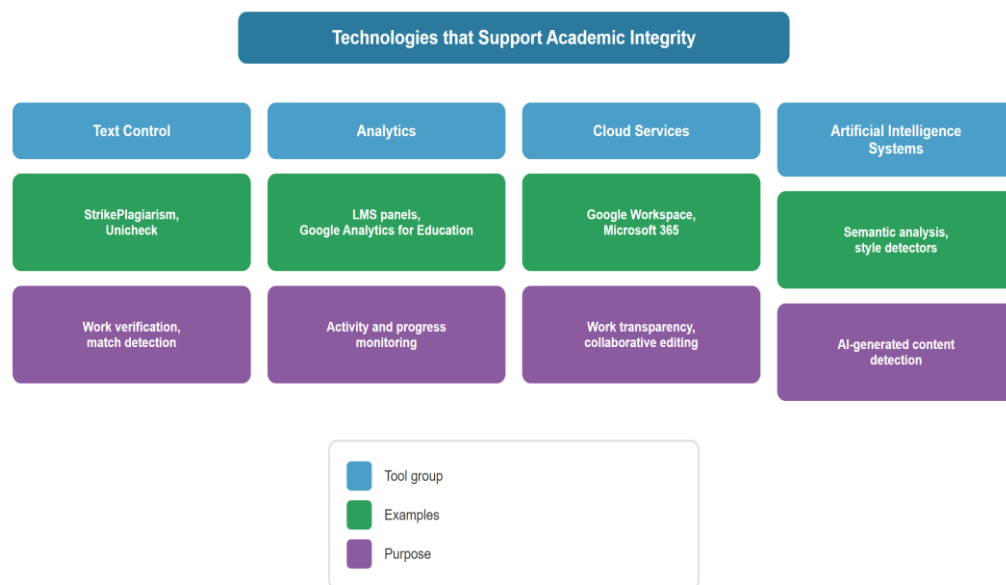


Fig. 1. Classification of digital tools for ensuring academic integrity

Source: developed by the authors

However, academic integrity cannot be ensured solely through technical means. O. Sagan [5] emphasizes that the implementation of digital tools must be accompanied by the development of critical thinking and digital literacy. Students who possess information literacy skills violate established norms significantly less frequently, not due to fear of punishment but through understanding the value of their own intellectual work.

Elements of establishing the value-based framework of academic ethics are presented in Table 1.

In the digital environment, transparent communication among participants in the educational process plays a crucial role. Z. Khrystyn [6] emphasizes that distance learning technologies enable students to receive prompt feedback, thereby facilitating a clear understanding of instructor requirements and expectations.

Table 1

Elements for Establishing a Value-Based Framework of Academic Ethics

Component	Content	Educational Role
Critical Thinking	The ability to critically evaluate the reliability of sources, distinguish between facts and interpretations, identify logical errors in texts, and apply fact-checking tools	Minimizes unintentional violations and strengthens autonomy and academic responsibility
Digital Literacy	Skills in searching academic databases, using educational digital platforms, and applying tools for secure data storage and originality verification	Enables navigation in digital environments and conscious avoidance of unethical practices
Ethical Culture	Mastery of academic citation styles (APA, MLA, etc.), understanding the boundaries between plagiarism, paraphrasing, and self-plagiarism, and compliance with copyright when creating educational materials	Fosters responsible behavior among all participants in the educational process
Transparent Communication	Providing structured and timely feedback, using electronic communication tools (LMS chats, comments in cloud documents), and ensuring transparency of assessment criteria	Enhances trust, reduces conflicts, and increases motivation for honest learning

Source: developed by the author

Analysis of current practices allows identification of several directions through which digital solutions enhance academic integrity: regular progress monitoring that reduces motivation for cheating; application of interactive assessment methods that are difficult to falsify; AI-based analysis that recognizes unnatural stylistic changes in texts; creation of an open archive of student work that helps avoid repeated plagiarism.

A critical condition for the effectiveness of digital tools is a comprehensive rather than fragmented approach to using individual programs [7].

Generalization of internal analytics data from higher education institutions provides evidence that implementing comprehensive digital systems for monitoring and supporting academic integrity produces a tangible positive effect. When combining plagiarism detection systems, LMS analytics, and cloud services, institutions observe an average 20-35% decrease in registered academic integrity violations within 1-2 years of implementation, along with a significant reduction in repeated plagiarism cases. Foreign universities (in the EU and North America) use such systems to build individual trajectories for monitoring at-risk student behavior, while some Ukrainian higher education institutions apply them for automated verification of qualification, research, and course papers. These examples confirm that digital solutions not only strengthen control but also change behavioral practices of educational process participants, fostering greater responsibility. The best results

are achieved when an educational institution combines cloud services with AI-based analysis, standardizes work submission formats, applies open rating systems, and ensures transparency at all assessment stages. The practical aspect of the digital integrity ecosystem is presented in Table 2.

Table 2

Practical Components of the Digital Academic Integrity Ecosystem

Direction	Description	Expected Outcome
Cloud Services + AI Analysis	Implementation of cloud-based learning platforms combined with AI systems for assignment evaluation	Increased accuracy in assessment and minimization of opportunities for manipulation
Standardization of Submission	Establishment of uniform requirements for structure, format, metadata, and submission procedures	Enhanced transparency of evaluation, simplified review process, and reduced technical errors
Open Rating Systems	Provision of public access to students' activity and performance ratings within a specific course or program	Improved motivation and development of a culture of accountability
Transparency of Evaluation Stages	Full access for students to assessment criteria, feedback, and review stages	Increased trust in instructors and reduction of conflicts and violations

Source: Developed by the author

Conclusions. The study achieved its stated objective and fulfilled all defined tasks. It was established that plagiarism detection systems, LMS analytics, cloud services, and AI tools play an important role in preventing academic integrity violations. Each group of technologies performs specific control functions: from detecting matches to recording editing history and monitoring learning activity. Analysis of practical experience from Ukrainian and foreign educational institutions demonstrated that implementing comprehensive digital solutions produces a measurable effect: within 1-2 years, the number of registered academic integrity violations decreases by an average of 20-35%, and repeated plagiarism cases are recorded significantly less frequently. Cloud services and AI-based analysis demonstrate the most substantial results for enhancing transparency in the educational process. Pedagogical conditions that strengthen the effectiveness of digital technologies were identified, including development of critical thinking, digital literacy, ethical culture, and transparent communication. The combination of technological tools and competency-based components ensures sustainable impact on forming a culture of academic integrity.

Practical recommendations for implementing digital tools. For universities with large student populations, it is advisable to implement comprehensive systems

(plagiarism detection, LMS analytics, cloud services), use AI-based analysis to identify stylistic anomalies, and standardize work submission formats and evaluation criteria. Educational institutions with limited financial resources are recommended to start with a minimally necessary set of tools (StrikePlagiarism, Google Workspace, basic LMS analytics) and gradually expand the number of services according to institutional priorities. Colleges and vocational education institutions should focus on cloud services (Google Drive, Microsoft 365) to ensure work transparency and actively use shared document functions to monitor work creation dynamics. Faculty and departments are recommended to ensure public availability of evaluation criteria, provide training for students on academic citation standards, and use LMS to deliver regular individual feedback.

References:

1. Аніщенко О., Котун К., Купальний В. Цифрові освітні ресурси як засіб забезпечення ефективності змішаного навчання. *UNESCO Chair Journal Lifelong Professional Education in the XXI Century*. 2024. № 2(10). С. 57–72. DOI: 10.35387/ucj.2(10).2024.0005.
2. Кірієнко У. В. Цифрова трансформація освітнього простору: тенденції, кейси, обмеження (аналітичний огляд). *Аналітичний вісник у сфері освіти й науки*. 2023. Вип. 17. С. 67–82. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/736066> (дата звернення: 24.11.2025).
3. Паладій О. О., Шульга Л. М. Застосування хмарних технологій в освітньому процесі початкової школи. *Гуманітарно-педагогічна освіта: здобутки, проблеми, перспективи* : матеріали V Всеукр. наук.-практ. конф. з міжнар. участю, м. Дніпро, 20 листопада 2024 р. Дніпро : Акцент ПП, 2024. С. 92–94.
4. Коваленко В. В., Литвинова С. Г., Мар'єнко М. В., Шишкіна М. П. Хмаро орієнтовані системи відкритої науки у навчанні і професійному розвитку вчителів: зміст основних понять дослідження. *Фізико-математична освіта*. 2020. Вип. 3(25). Ч. 2. С. 67–74.
5. Саган О. Створення цифрового освітнього середовища: реалії та перспективи. Київ : ІТЗН НАПН України, 2021. С. 94–97.
6. Христин З. Дистанційні освітні технології у професійній діяльності педагога. *Актуальні питання лінгводидактики: традиції та новаторство* : зб. матеріалів Міжнар. наук.-практ. онлайн-конф., м. Запоріжжя, 2023 р. Запоріжжя : ЗДМФУ, 2023. С. 109–110.
7. Вдовичин Т., Сікора О., Кобильник Т., Винницька Н. Формування адаптивного цифрового середовища в закладах загальної середньої освіти. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2024. Т. 103, № 5. С. 55–77. DOI: 10.33407/itlt.v103i5.5656.
8. Аналітичні матеріали з питань використання імерсивних технологій у закладах загальної середньої освіти: препринт / О. Ю. Буров та ін. ; за заг. ред. Ю. Г. Носенко. Київ : ІЦО НАПН України, 2024. 60 с. URL: <https://surl.li/pclbyuq> (дата звернення: 24.11.2025).
9. Коваленко В. В., Мар'єнко М. В. Сервіси штучного інтелекту як складники комп'ютерно орієнтованого середовища. *Інноваційна педагогіка*. 2024. Вип. 68, Т. 1. С. 254–259. URL: http://www.innovpedagogy.od.ua/archives/2024/68/part_1/52.pdf (дата звернення: 24.11.2025).
10. Коваленко В. В., Яцишин А. В. Використання сервісів штучного інтелекту для створення мультимедійних презентацій в освіті й наукових дослідженнях. *Освіта та розвиток обдарованої особистості*. 2025. № 1(96). С. 30–43. DOI: 10.63437/2309-3935-2025-1(96)-03.
11. Хоменко Л. Формування графічної компетентності учнів основної школи при створенні скетчів графічного матеріалу в умовах цифровізації. *Українська професійна освіта*. 2023. № 13. С. 122–131. DOI: 10.33989/2519-8254.2023.13.289947.
12. Хрущ С. Цифрова грамотність як ключовий фактор збереження та розвитку освітнього процесу в умовах війни. *Цифрова платформа: інформаційні технології в соціокультурній сфері*. 2024. Т. 7, № 2. С. 311–322. DOI: 10.31866/2617-796X.7.2.2024.317739.
13. Дроздова В. В., Рудницька К. В., Росквас І. А. Інноваційні технології викладання іноземних мов в умовах зростаючого впливу технологій штучного інтелекту на освітні процеси. *Академічні візії*. 2023. № 26. URL: <https://academy-vision.org/index.php/av/article/view/755> (дата звернення: 24.11.2025).
14. Наумова В., Бульвінська О. Управління безпекою учнів в інтернеті: відкриті освітні ресурси на допомогу освітянам. *Освітологія*. 2024. № 13. С. 78–90. DOI: 10.28925/2412-124X.2024.13.8.

Puhach Artem Oleksandrovyh

Student of the Department of Digital Technologies in Energy
National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Ukraine

Scientific supervisor: Volkov Oleksandr Volodymyrovych 

Assistant of the Department of Digital Technologies in Energy
National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Ukraine

WEB APPLICATION FOR TRACKING AND ANALYTICS OF USER BANK CARD OPERATIONS

The rapid development of digital technologies has significantly changed the way people manage their daily financial activities. Modern users actively utilize online banking services, payment systems, and bank cards for everyday purchases, money transfers, and other financial operations. At the same time, a large number of financial transactions creates difficulties in controlling personal expenses and incomes. For this reason, the development of convenient software systems for tracking and analyzing financial operations is becoming increasingly relevant [1, 2].

Today, personal finance management applications are widely used because they allow users to organize financial information, monitor expenses, and improve financial discipline. Web applications are especially convenient because they provide access to data through a browser without requiring complicated installation processes. Such systems can be used on different devices and provide centralized storage of user financial information [1].

The purpose of this work is the development of a web application for tracking and analytics of user bank card operations. The developed system is intended for personal use and allows users to manage information about bank cards, financial operations, and categories of expenses and income. In addition, the system provides analytical tools for visualizing financial activity and obtaining statistical information.

The developed application includes a user authentication and authorization system. Registration and login functionality provides secure access to personal financial information. User passwords are protected using hashing algorithms, while authorization is implemented using JSON Web Token technology [3]. This approach improves the security of the application and restricts unauthorized access to user data.

The system allows users to create and manage bank cards. For each card, the

application stores information such as the card name, bank name, last four digits of the card number, card type, and additional description. The application also supports editing and deleting bank cards. At the same time, restrictions are implemented to preserve data integrity and prevent accidental deletion of cards associated with financial operations.

An important part of the developed system is the management of operation categories. Categories allow users to classify financial operations into logical groups such as products, transport, entertainment, utilities, salary, and transfers. The system supports creation, editing, viewing, and deletion of categories. This functionality simplifies financial organization and improves the quality of analytical processing.

The main functionality of the application is related to financial operations. Users can add income and expense operations, specify the operation amount, date, category, bank card, and text description. The application also provides the ability to edit and delete operations. To improve usability, filtering by period, operation type, category, and bank card is implemented.

The analytical module of the system provides users with statistical information about their financial activity. The application calculates total income, total expenses, and balance for a selected period. Additionally, the system visualizes expense distribution by categories and bank cards. Analytical information is displayed using charts and diagrams, which improves data perception and helps users better understand their financial behavior [4].

The client side of the application was developed using React and Vite technologies. React allows the creation of reusable interface components and provides efficient user interaction with the system [7]. Vite was used as a modern frontend build tool that improves application performance and development speed. The user interface was developed using HTML, CSS, and JavaScript technologies.

The server side of the system was implemented using Node.js and Express.js [5]. PostgreSQL was selected as the relational database management system because of its reliability and support for structured data storage [6]. Interaction with the database is implemented using Sequelize ORM, which simplifies database operations and model management.

As a result of the work, a web application for tracking and analytics of user bank card operations was developed. The created system provides functionality for managing bank cards, financial operations, categories, filtering, and analytical visualization of financial information. The developed application can simplify personal finance management and improve the financial awareness of users.

References:

1. Xiao J. J. Handbook of Consumer Finance Research. New York : Springer, 2008.

2. World Bank Group. Digital Financial Services. 2022. Retrieved from: <https://www.worldbank.org/>.
3. Jones M., Bradley J., Sakimura N. JSON Web Token (JWT). 2015. Retrieved from: <https://jwt.io/introduction>.
4. Few S. Information Dashboard Design: Displaying Data for At-a-Glance Monitoring. Analytics Press. 2013.
5. Tilkov S., Vinoski S. Node.js: Using JavaScript to Build High-Performance Network Programs. IEEE Internet Computing. 2010. Vol. 14, no. 6. P. 80–83. Retrieved from: <https://doi.org/10.1109/MIC.2010.145>.
6. PostgreSQL Documentation. PostgreSQL Global Development Group. 2024. Retrieved from: <https://www.postgresql.org/docs/>.
7. React Documentation. React Official Website. 2024. Retrieved from: <https://react.dev/>.

Sliusar Kateryna Igorivna

4th-year student of the Department of Digital Technologies in Energy
National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Ukraine

Scientific director: Volkov Oleksandr Volodymyrovych 

*Department of Digital Technologies in Energy
National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Ukraine*

DEVELOPMENT OF A CRM SYSTEM WITH AN ANALYTICAL MODULE FOR PREDICTING PRODUCTION EFFICIENCY

Modern manufacturing enterprises increasingly require comprehensive information systems that allow viewing the production process as a single controlled structure [4]. In traditional approaches, employee schedules, inventory balances, and production reports are often stored in separate tables or recorded manually. This complicates analysis, creates a risk of data duplication, and reduces the speed of making managerial decisions. Under these conditions, a CRM system can act as a centralized platform for managing personnel, shifts, production operations, and warehouse analytics [5].

The purpose of the study is the development of a CRM system with an analytical module for predicting production efficiency. Such a system is designed to automate the tracking of employees, work shifts, production results, and warehouse operations [6].

The general structure of the software product is implemented based on a client-server architecture. The server part is developed using the FastAPI framework, which is well-suited for creating REST APIs and supports data models through Pydantic [1]. The client interface is built with React, enabling a component-based approach and convenient user state management [2]. A relational MySQL database is used to store structured data regarding employees, products, technological processes, schedules, and production logs [3].

The developed system divides user interactions into administrator and worker roles. The administrator has access to the full functionality, including personnel management, warehouse control, and forecasting, while the worker operates within a personal cabinet to submit schedules, log shifts, and record production results.

A key feature of the software is the analytical forecasting module. Its algorithm calculates the estimated time required to manufacture a specified quantity of products. The calculation is based on the technological processes of the product, the

time standard for each stage in minutes, and the submitted weekly schedules of the workers. The system calculates the necessary duration in days for each stage, and the process with the longest duration is identified as the production "bottleneck". Furthermore, the module generates textual recommendations for optimization, such as suggesting the reallocation of workers from the fastest process to the critical one to balance the workflow.

In conclusion, the developed CRM system eliminates the fragmentation of manufacturing data by providing a single source of relevant information. The integration of the analytical module allows management to not only monitor the current state of production but also proactively evaluate future workloads, identify critical limitations, and promptly adjust the distribution of personnel to successfully fulfill production plans [7].

References:

1. FastAPI Documentation [Electronic resource]. – Available at: <https://fastapi.tiangolo.com/>
2. React Documentation [Electronic resource]. – Available at: <https://react.dev/>
3. MySQL 8.0 Reference Manual [Electronic resource]. – Available at: <https://dev.mysql.com/doc/>
4. Smith, J. (2025). Integrating Microcontrollers and IoT Systems in Manufacturing Execution. *Journal of Industrial Automation*, 12(3), 45-58.
5. Doe, A. (2024). Technical Project Management: Agile Methodologies for Full-Stack Applications. *Tech Management Review*, 8(1), 112-125.
6. Johnson, M. (2025). Optimization of Warehouse Logistics using 3D Printed Components. *Advanced Manufacturing Practices*, 4(2), 77-89.
7. Brown, K. (2026). Economic Efficiency and Forecasting in Serial Production. *Journal of Business and Financial Economics*, 15(4), 210-225.

Батринчук Надія 

здобувач вищої освіти кафедри Цифрових технологій в енергетиці
Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

Науковий керівник: Рудик Володимир Іванович 

асистент кафедри Цифрових технологій в енергетиці
Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

ВЕБСИСТЕМА ЕЛЕКТРОННОГО ОБЛІКУ ПАЦІЄНТІВ ТА МЕДИЧНИХ ПРИЗНАЧЕНЬ

Сучасний розвиток цифрових технологій у сфері охорони здоров'я сприяє активному впровадженню медичних інформаційних систем для автоматизації процесів обліку пацієнтів, ведення медичної документації та зберігання історії лікування. Використання електронних систем дозволяє підвищити ефективність роботи медичних працівників, мінімізувати кількість помилок під час роботи з документацією та забезпечити швидкий доступ до медичної інформації [1]. Незважаючи на це, значна кількість невеликих клінік і приватних медичних кабінетів продовжують використовувати паперові журнали або прості локальні електронні файли, що створює труднощі під час пошуку інформації, призводить до дублювання записів і ускладнює контроль історії лікування пацієнтів.

У межах дослідження було проведено аналіз сучасних медичних інформаційних систем, що використовуються для електронного обліку пацієнтів та медичних призначень. Однією з найбільш поширених систем є Doctor Eleks, яка орієнтована на комплексну автоматизацію діяльності медичних закладів. Система забезпечує ведення електронних карток пацієнтів, формування графіків прийому, інтеграцію з лабораторними сервісами та створення статистичної звітності. Основною перевагою Doctor Eleks є широкий функціонал і підтримка великої кількості медичних процесів. Водночас система характеризується високою складністю впровадження, потребує значних ресурсів для налаштування та навчання персоналу, а також має високу вартість використання, що робить її менш доступною для невеликих медичних установ [2].

Іншим поширеним рішенням є Helsi Pro — веборієнтована система, що забезпечує онлайн-запис пацієнтів, електронну взаємодію між лікарем і пацієнтом та інтеграцію з державною системою eHealth. Перевагами Helsi Pro

є доступність через браузер, простий інтерфейс і можливість дистанційного доступу до медичних послуг. Однак система значною мірою залежить від стабільності інтернет-з'єднання та центрального сервера. Крім того, функціональність системи орієнтована переважно на інтеграцію з державною медичною інфраструктурою, що обмежує можливості локального використання або адаптації під потреби окремих медичних закладів [3].

Під час аналізу також було розглянуто систему Medstar, яка використовується для ведення електронної медичної документації та структурованого зберігання інформації про пацієнтів. Система підтримує роботу з медичними картками, призначеннями, лабораторними результатами та звітністю. Основною перевагою Medstar є висока структурованість даних та можливість роботи з великими обсягами інформації. Водночас система орієнтована переважно на великі клініки та медичні центри, через що має складний інтерфейс і підвищені технічні вимоги до серверного обладнання [4].

Окрему увагу приділено державній системі eHealth, яка забезпечує централізований обмін медичними даними між медичними закладами, лікарями та пацієнтами. Система підтримує електронні декларації, електронні рецепти та взаємодію з аптечними сервісами. Основними перевагами eHealth є високий рівень безпеки та відповідність державним стандартам у сфері охорони здоров'я. Проте система має складну процедуру підключення, потребує інтеграції із зовнішніми сервісами та не призначена для автономного використання у невеликих медичних закладах [5].

Проведений аналіз показав, що більшість сучасних медичних інформаційних систем мають широкий функціонал і орієнтовані на використання у великих медичних установах. Такі системи забезпечують інтеграцію з державними сервісами, підтримують аналітичні модулі та автоматизують значну кількість процесів. Водночас для невеликих клінік або приватних медичних кабінетів вони часто є надмірно складними, потребують значних фінансових витрат і мають високі вимоги до технічної інфраструктури.

У межах роботи розроблено вебсистему електронного обліку пацієнтів та медичних призначень, орієнтовану на спрощення роботи лікаря та централізоване зберігання медичної інформації. Система побудована на основі архітектурного шаблону MVC, що забезпечує розділення логіки обробки даних, інтерфейсу користувача та роботи з базою даних. Серверна частина реалізована мовою PHP, а для зберігання даних використовується система керування базами даних MySQL [6]. Клієнтська частина створена

засобами HTML, CSS та JavaScript, що забезпечує роботу системи через браузер без необхідності встановлення додаткового програмного забезпечення.

Функціональні можливості розробленої системи включають авторизацію користувачів, розмежування доступу між лікарем і пацієнтом, створення та редагування записів лікування, ведення історії прийомів, прикріплення медичних документів і автоматичне журналювання дій користувачів. Лікар має можливість працювати з базою пацієнтів, створювати записи лікування та додавати результати обстежень, тоді як пацієнт отримує доступ лише до власної історії лікування.

Основними перевагами розробленої вебсистеми є простота розгортання, автономність роботи, зрозумілий інтерфейс і невисокі вимоги до апаратного забезпечення. На відміну від великих комерційних платформ, система не потребує складної інтеграції із зовнішніми сервісами та може працювати локально на вебсервері. Завдяки використанню MVC-архітектури забезпечується можливість подальшого розширення функціональності системи. До недоліків розробленого рішення можна віднести відсутність інтеграції з державними медичними сервісами, а також обмежений набір аналітичних функцій у порівнянні з корпоративними медичними платформами.

Таким чином, проведений аналіз сучасних медичних інформаційних систем дозволив визначити їх основні переваги та недоліки, а також сформулювати вимоги до власного програмного рішення. Розроблена вебсистема електронного обліку пацієнтів та медичних призначень поєднує простоту використання, автономність роботи та захищене зберігання медичної інформації. Запропоноване рішення може бути використане у невеликих клініках, приватних медичних кабінетах або навчальних цілях як приклад сучасної медичної інформаційної системи.

Список використаних джерел:

1. World Health Organization. Global strategy on digital health 2020–2025. Geneva : WHO, 2021. 84 p.
2. Doctor Eleks : вебсайт. URL: Doctor Eleks (дата звернення: 20.05.2026).
3. Helsi : вебсайт. URL: Helsi (дата звернення: 20.05.2026).
4. Medstar Solutions : вебсайт. URL: Medstar Solutions (дата звернення: 20.05.2026).
5. eHealth : вебсайт. URL: eHealth Ukraine (дата звернення: 20.05.2026).
6. Welling L., Thomson L. PHP and MySQL Web Development. 5th ed. Boston : Addison-Wesley Professional, 2017. 688 p.

SECTION 13.

SOCIOLOGY AND STATISTICS

Shedyakov Vladimir E. 

Dr. Sc. (Sociology), Ph. D. (Economics)

Freelancer scientist, Ukraine

CULTIVATING OF NUMERICAL GROWTH AND QUALITATIVE DEVELOPMENT OF THE PEOPLE IN THE STRATEGY OF REVIVAL AND RISE OF THE COUNTRY

The role of the individual in the life of a country is not reduced to a faceless “labour potential”, but is enriched by ethno-cultural, ideological, psychological, religious, and other characteristics, reinforced by behavioural patterns embedded in the social memory and historical heritage of the people. This adjusts the range of society’s choice, the boundaries of the historical path, and the forms and institutions for achieving and cultivating social harmony. The development of human society alters the possibilities, goals, and means of cooperation and competition. An effective use of the conditions of life becomes more achievable through an understanding of relationships and processes, the separation of essence from appearance, content from form, and the regular and random [1-8]. Moreover, the results of the functioning of subsystems depend on the balance of all links and their timely and rhythmic interactions, as well as the conformity of the management structure with the structure and goals of the managed object.

People are the decisive component of transformation; they are the core potential of revival and development strategies; organizational-managerial relations are a vital part of the national recovery mechanism. People, society, and the economy are organic, not mechanical, phenomena. They cannot be described and organized solely in terms of material interests and rational, egoistic choices, and the people often act as an independent, indivisible entity with its own goals, will, and habits. At the same time, the world coexists with a host of civilizations and socio-cultural styles, united into cultural worlds. Their destinies are determined by the strength of their initial impulses, the results of competition, geopolitical circumstances (external challenges, the balance of allies and adversaries, etc.), and the quality of governance. The ecumene is being driven forward by such inspiring

projects as the first supersonic airliner, the first artificial satellite, the launch of the first living creature into orbit, the first cosmonaut, the first female cosmonaut, the first space team, the first multinational space crew, the first spacewalk by an astronaut, and so on. It is being pushed into neo-archaism by the inculcation of old, unsubstantiated misconceptions, within which, at times, there once were grains of new observations, albeit in irrational forms. The coming era makes the success of internal and external policies dependent on the skilled cultivation of conditions (primarily, the social environment and clusters) for the broadest possible development and the quality of application of the population's capabilities [9-27].

Thus, the structure and forms of “the human factor” are transformed: if in labour as such, social relations are juxtaposed with activity, then in creativity, social relations are the essence of activity. Therefore, just as alienated labour massively generates “economic man”, so free, independent creativity reproduces “creative man”, radically altering stereotypes of social behaviour and the mechanisms of its determination, strengthening the unique relationship between macro- and micro-factors in the development of relationships, and raising demands for people's freedom and responsibility based on folk traditions, historical experience, and social heritage. Accordingly, maintaining a favourable social environment for development is a necessary factor in systemic transformations. The level and harmony of socialization and individualization are reflected in the state and dynamics of activity productivity. Both constructive and destructive paths of socialization/individualization are formalized into stable notions of the normative, reinforced by the advancement of Super-Projects, based on a host of multi-level projects. And all of them represent a structure of human connection, a path of integration and cooperation, a form of socialization, as well as individual self-expression, and the individualization of social space. In a post-global world, everyone is, to one degree or another, responsible for the future of humanity; those who try to avoid it, as a rule, connive at the agents of social entropy.

Not formal constructs, but the quality of life and creative opportunities determine the indicators of a country's progress; new horizons for development are opening up for those states whose social system maximizes the pro-social realization of the creative potential of each citizen. Thus, the equalization of actual conditions and opportunities for each person is a prerequisite for maximizing society's potential [28-38]. An analysis of the institutional and value principles of organizing various types of economic communities and alternative approaches to assessing management systems makes it possible to overcome rigid industrial determinism and abandon the analysis and evaluation of economic situations and processes solely

from the standpoint of immediate benefit, moving toward the study of behaviour and relationships taking into account a complex of historical, cultural, moral, psychological, religious, and ethical traditions, and plural models of personal and group choice.

The understanding, sense, and scope of the social sphere are being transformed. The role of the social sphere in ensuring the harmony of life in the ecumene is coming to the forefront of social development. At the same time, every undiscovered talent or inappropriately utilized individual is both an accusation against the ruling group and a contributing factor to “the brain drain” / “internal withdrawal”. The transformation of relationships is oriented toward a shift away from a culture of aggression and monologue, forced socialization, and the standardization of the individual toward overcoming tensions between participants in civil proceedings, strengthening mechanisms for consolidation and productive conflict resolution. In particular, labour relations foster creativity as a direct, universal, accessible, and therefore independent and free path to development, overcoming the elitist, socially and politically divided position of social potential within the confines of alienation [39-49].

At the same time, the intensifying competition between cultural-civilizational worlds for resources (including human resources, primarily scientific-intellectual, and creative ones) precludes the possibility of acting according to the rules of a non-zero-sum game in the most important, socially tangible areas. The humanization of social relations is a resource for the development and security of the country [50-59]. Radical humanization of living conditions (in particular, the production environment) is an important area for maintaining the level and quality of transformations during the transition period. It is incorrect, however, to reduce the logic of changes in labour relations solely to the determination of culture by technical-technological innovations. The influence of the cultural environment on the emergence and perception of technological-economic innovations is becoming increasingly important. Humanized technologies are no longer socially neutral; already at the design stage, they are consciously oriented toward the development and enrichment of culture. Accordingly, changing living conditions toward comprehensive humanization through carefully cultivating the numerical growth and qualitative development of peoples is essential for the revival and recovery of the economy and the country, especially during the accelerated transformations of the transition period. Guaranteeing and strengthening a political-economic, socio-cultural, and moral-spiritual environment favourable to the numerical growth and qualitative development of peoples is the responsibility of top government

- Міжнар. наук.-практ. конф. К., 35-39.
8. Шедяков, В.Е. (2020). Обогащение закономерностей переходного периода конкретикой случайного. *Labyrinths of Reality*. Montreal: ASF, (4 / 9), 6-9.
 9. Лібанова, Е.М. (ред.). (2015). Людський розвиток в Україні. Модернізація соціальної політики: регіональний аспект. К.: Ін-т демографії та соціальних досліджень ім. М.В. Птухи НАН України.
 10. Ермоленко, А.А. (1987). Ассоциированные производители: труд как самодеятельность. Воронеж: Изд-во Воронежск. ун-та.
 11. Разжигасев, А.Ф. (1977). Экономические проблемы становления труда как потребности. М.: Мысль.
 12. Буслинский, В.А., Ширяев, Ю.И., Коцюбинский, В.И. и др. (1987). Диалектика превращения труда в первую жизненную потребность. К.: Наук. думка.
 13. Шедяков, В.Е. (1989). Личность в системе отношений отчуждения и творчества. *Духовная культура и формирование личности*: Тез. Регион. науч. конф. Краснодар, 25-26.
 14. Шедяков, В.Е. (2016). Человек на производстве: объект отчуждения или субъект творчества. *Проблеми підвищення ефективності економіки та управління в сучасних умовах*: Матер. Міжнар. наук.-практ. конф. до 80-річчя М. П. Коваленко. Одеса, 149-152.
 15. Шедяков, В.Е. (2014). Человеческий фактор: раскрытие и развитие творческой активности в формах отчуждения. *Нова парадигма*, (120), 96-113.
 16. Шедяков, В.Е. (2015). Фактор человеческого развития и реализованности в обеспечении конкурентоспособности. *Проблеми та розвиток економічних систем в умовах глобальної нестабільності*: Матер. II Всеукр. наук.-практ. конф. з міжнар. уч. Миколаїв, 128 -131.
 17. Шедяков, В.Е. (2014). Человеческий фактор трансформаций и трансформации человеческого фактора. *Трансформационные процессы национальной экономики: проблемы и перспективы развития*. Днепропетровск, (2), 204-214.
 18. Шедяков, В.Е. (2016). Осуществление трансформаций: активизация человеческого фактора. *Наукові економічні дослідження: теорії та пропозиції*: Матер. Міжнар. наук.-практ. конф. Запоріжжя, 52-55.
 19. Шедяков, В.Е. (2016). Состояние и динамика человеческого капитала – показатель качества правительственного курса и фактор конкуренции между культурно-цивилизационными мирами. *Modernization of socio-economic systems: the new economic conditions*: Proceed. of Intern. Scient. Conf. Kielce, (2), 111-113.
 20. Шедяков, В.Е. (2018). Одарённый, компетентный, мотивированный персонал – важнейшее условие успеха в конкуренции. *Екон. зростання: стратегія, напрями і пріоритети*: Матер. II Міжнар. наук.-практ. конф. Запоріжжя, (2), 53-57.
 21. Шедяков, В.Е. (2016). Создание привлекательных условий жизни и благоприятных для творчества предпосылок – цель и условие долгосрочного эндогенного социально-экономического развития при формировании «умного общества». *The Development of International Competitiveness: State, Region, Enterprise*: Proceed. of Intern. Scient. Conf. Lisbon, (II), 34-36.
 22. Шедяков, В.Е. (1995). Богатство народа: откуда и куда? *Бизнес Информ*, (29-30), 4-7; (31-32), 5-9.
 23. Шедяков, В.Е. (2020). Кластеры как локомотивы социально-экономического развития. *Cluster Policy of Innovative Development of the National Economy: Integration and Infrastructure Aspects*: scient. monograph / Smerichevska, S. (ed.). Poznań: WSPIA, 129-143.
 24. Шедяков, В.Е. (2019). Формирование кластеров развития и среды трансформаций в стратегии перемен. *Innovation Potential: State, Cluster, Enterprise*: Proceed. of Intern. Scient. Conf. Lisbon, 37-39.
 25. Шедяков, В.Е. (2018). Научно-образовательно-производственные кластеры – точки развития экономики и общества. *Innovative Economy: Processes, Strategies, Technologies*: Proceed. of II Intern. Scient. Conf. Kielce, (1), 65-67.
 26. Шедяков, В.Е. (2021). Общественные состояние и динамика в социально-экономических трансформациях. *Econ. trends: new opportunities and threats*: Proceed. of Intern. scient. conf. Le Mans, 1-4. DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-158-9-1>
 27. Шедяков, В.Е. (2018). Воспитание гражданственности – условие подъёма иммунитета общественной среды. *Актуальні питання суспільних наук: соціологія, політологія, філософія, історія*: Матер. Міжнар. наук.-практ. конф. К., 27-32.
 28. Довбуш, Р.А. (1988). Способность к труду. К.: Политиздат Украины.
 29. Красин, Ю.А. (2007). Социальное неравенство как политическая проблема. *Полития*, (2 / 45), 83-91.
 30. Что скрывают богачи? Почему ум = бедность? (2025). *Психолог Online*. URL https://www.youtube.com/watch?v=OYok8EYx8NM&ab_channel=%D0%9F%D1%81%D0%B8%D1%85%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3Online
 31. Пальчевский, А. (2026). Время худших. *ДИКИЙ LIVE*. URL <https://youtu.be/8ZOGfa1CVrg?si=f1fX8xN-5G7L5LOZ>
 32. Украина: Анатомия краха. Как целую нацию использовали и выбросили. (2026). *АНАТОМИЯ МИРА*. URL <https://youtu.be/OoRIEzVo9z0?si=HqINNzBLtPdQJ973>

33. Евстафьев, Д. (2025). Отобрать у буржуев и передать государству, или Без национализации нам смерть. *Радио АВОРА 10.0.* URL https://www.youtube.com/watch?v=cpQN6RRlhuw&ab_channel=%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BE%D0%90%D0%92%D0%A0%D0%9E%D0%A0%D0%9010.0
34. Ткаченко, И.Е., Шедяков, В.Е. (1992). Способности трудящихся: природа, управление развитием и использованием в условиях радикальной экономической реформы. *Вестник Харьк. ун-та им. А.М. Горького*, (356), 3-10.
35. Шедяков, В.Е. (2020). Уровень обеспечения и распределения социальной защищённости как политическая проблема. *Politicus*, (3), 95-102. DOI <https://doi.org/10.24195/2414-9616.2020-3.15>
36. Шедяков, В.Е. (2017). Преодоление существенных различий между качеством жизни разных групп населения – фактор успеха постсовременной модернизации. *Актуальні проблеми економіки та менеджменту: Матер. II Міжнар. наук.-практ. конф. Запоріжжя*, (3), 21-24.
37. Шедяков, В.Е. (2019). Решение проблемы социального неравенства как фактор развития: постсовременные акценты. *Politicus*, (2), 71-78. DOI <https://doi.org/10.24195/2414-9616-2019-2-71-78>
38. Шедяков, В.Е. (2019). Усиление социальной ответственности государственных топ-менеджеров – условие успеха межпарадигмального перехода. *Наук. вісник Ужгородського нац. ун-ту. Міжнар. екон. відносини та світове госп.*, (23 – 2), 137-141.
39. Кропоткин, П.А. (2007). Взаимопомощь как фактор эволюции. М.: Самообразование.
40. Бех, В.П. (2000). Генезис соціального організму країни. Запоріжжя: Просвіта.
41. Зоркая, Н.А. (2008). Современная молодежь: к проблеме «дефектной» социализации. *Вестник общественного мнения. Данные. Анализ. Дискуссии*, (96 – 4), 8-22.
42. Шедяков, В.Е. (2021). Взаиморезонирование процессов индивидуализации / социализации на переломе эпох. *Virtus*, (55), 159-163.
43. Шедяков, В.Е. (2020). Качество социализации / индивидуализации как фактор общественной адаптации к переменам межпарадигмального уровня. *Регіональні студії: УжНУ*, (23), 71-76. DOI <https://doi.org/10.32782/2663-6170/2020.23.13>
44. Шедяков, В.Е. (2018). Гармонизация индивидуального и социального в становлении общества знания. *European vector of contemporary psychology, pedagogy and social sciences: the experience of Ukraine and the Republic of Poland: scient. collective monograph / Kiedrowska, M., Erechemla, A., Branekci, T. (ed. board). Sandomierz: Baltija Publishing, (III), 446-470.*
45. Shedyakov, V. (2023). Social and individual levels of transformations in the transition period. *Prospects for sustainable development and ensuring the security of economic systems in the new geostrategic realities: scient. collective monograph. Košice: Vysoká škola bezpečnostného manažérstva*, 209-221. DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.10436672>
46. Шедяков, В.Е. (2017). Возвышающая социокультурная среда – признак развивающегося общества. *Місце суспільних наук у системі сучасного гуманітарного знання XXI ст.: Матер. Міжнар. наук.-практ. конф. К.*, 37-41.
47. Шедяков, В.Е. (2015). Создание социокультурных оснований перехода к экономическому развитию на базе преобладания ресурсосберегающих технологий. *Наукові засади ресурсозбереження в системі антикризового управління і відтворення економіки: Матер. Міжнар. наук.-практ. конф. Хмельницький*, (1), 10-13.
48. Шедяков, В.Е. (2016). Соціокультурний капітал як елемент сталого економічного зростання. *Моделювання та інформатизація соціально-економічного розвитку України*, (2), 25-34.
49. Шедяков, В.Е. (2015). Диапазон социокультурных возможностей в трансформационной экономике. *Актуальні проблеми сучасної економіки: реалії сьогодення: Матер. Міжнар. наук.-практ. конф. Ужгород*, 20-24.
50. Золочевский, И. (1994). Если можешь что-либо сделать, делай! *Время*, (19 / 13824), 6 янв., 1.
51. Зеленина, Е. (1994). Защитим себя от... государства. *Время*, (27 / 13832), 5 марта, 1.
52. Шедяков, В.Е. (2021). Взаимная ответственность государства и населения: акценты периода посткоронавирусного восстановления. *The modern trends in the development of business social responsibility: Proceed. of V Intern. scient. conf. Lisbon*, 28-31. DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-107-7-7>
53. Шедяков, В. (1994). Мы знаем, что нужно делать. *Капитал-экспресс*, (19 / 63), 4.
54. Шедяков, В.Е. (2021). Переходный период: радикальная гуманизация общественных отношений – важнейший фактор гармонизации процессов индивидуализации и социализации / аккультурации. *Economy digitalization in pandemic conditions: processes, strategies, technologies: Proceed. of Intern. Scient. Conf. Kielce*, 209-212. DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-028-5-46>
55. Шедяков, В.Е. (2016). Гуманизм как приоритет социально ответственного поведения. *Actual questions and problems of development of social sciences: Proceed. of Intern. Scient.-Pract. Conf. Kielce*, 89-92.
56. Шедяков, В.Е. (2016). Очеловечивание общественной жизни как задача социально-политического прогресса. *Місце суспільних наук у системі сучасного гуманітарного знання XXI ст.: Матер. Міжнар.*

- наук.-практ. конф. К., 43-46.
57. Шедяков, В.Е. (2019). Активизация социально-экономических ресурсов обеспечения общественного согласия в решении стратегических созидательных задач. *Інституціоналізація як фактор забезпечення розвитку системи інвестиційно-інноваційної безпеки України: колективна монографія / Гальцова, О. Л. (заг. ред.).* Запоріжжя: Гельветика, 242-261.
 58. Shedyakov, V. (2022). Consolidation without suppression of alternatives: recourse and methodological bases of management. *Transformation of economy, finance and management in modern conditions: scient. scient. monograph / Pawlik, A., Shaposhnykov, K. (eds.).* Kielce: Baltija Publishing, 236-256. DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-220>
 59. Шедяков, В.Е. (2018). Терпимость к инакомыслию – условие развития. *Розвиток сучасного суспільства в умовах глобальної нестабільності: Матер. Міжнар. наук.-практ. конф. Одеса, 79-85.*

SECTION 14.

PHILOLOGY AND JOURNALISM

Бровчук Олена Василівназдобувачка вищої освіти гуманітарно-мистецького факультету
*Державний університет «Київський авіаційний інститут», Україна***АВТОМАТИЗОВАНЕ ОЦІНЮВАННЯ
СТУДЕНТСЬКИХ ПЕРЕКЛАДІВ АВІАЦІЙНОЇ
ДОКУМЕНТАЦІЇ: ПОТЕНЦІАЛ ШІ ДЛЯ
ФОРМУВАННЯ СТИЛІСТИЧНОЇ
КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ПЕРЕКЛАДАЧІВ**

Підготовка перекладачів авіаційного профілю в умовах стрімкого розвитку штучного інтелекту постає перед принципово новими методичними викликами. Одним із найбільш трудомістких аспектів педагогічної роботи викладача спеціального перекладу є оцінювання стилістичної відповідності студентських перекладів галузевим стандартам — насамперед при роботі з нормативно-технічними документами авіаційної сфери, зокрема з керівництвами з льотної експлуатації (AFM — Aircraft Flight Manuals). Ці документи, що розробляються відповідно до стандартів ATA iSpec 2200 та S1000D, пред'являють до перекладача одночасно дві, здавалося б, суперечливі вимоги: лексичну точність термінологічного корпусу Aviation English та структурну прозорість синтаксису, наближеного до принципів Plain English [1, с. 7].

Практика викладання авіаційного перекладу в українських університетах засвідчує, що навіть досвідчений викладач витрачає в середньому 15–25 хвилин на детальне оцінювання одного студентського перекладу фрагмента AFM обсягом 200–250 слів. За умови роботи з академічними групами по 20–25 осіб перевірка одного комплекту перекладацьких завдань займає від 5 до 10 годин. Таке навантаження об'єктивно обмежує частоту і деталізованість зворотного зв'язку, тоді як сучасні дослідження у галузі педагогіки перекладу (Ericsson, 2006; Kearns, 2012) переконливо доводять, що саме своєчасний та специфічний (а не узагальнений) feedback є ключовим чинником формування перекладацьких умінь [2, с. 34].

Появу великих мовних моделей (LLM) та спеціалізованих AI-

інструментів оцінювання тексту слід розглядати не як загрозу для ролі викладача, а як принципову можливість вирішити цю педагогічну проблему. Постає питання: яким чином AI здатен аналізувати студентські переклади AFM на предмет стилістичної відповідності авіаційному стандарту, і як організувати цей процес педагогічно доцільно?

Розмежування між Plain English (PE) та Aviation English (AE) є центральним стилістичним питанням при перекладі AFM. Plain English як концепція зародилася у Великобританії та США в 1970-х роках як реакція на надмірну складність юридичних і технічних документів; її принципи (активний стан дієслова, короткі речення, уникнення номіналізацій) були адаптовані для авіаційної технічної документації в рамках стандарту ASD-STE100 (Simplified Technical English) [3, с. 12]. ASD-STE100, прийнятий більшістю провідних авіабудівників (Airbus, Boeing, Bombardier), регламентує лексикон з 900 «схвалених» слів та синтаксичні правила, покликані максимально однозначно кодувати процедурні інструкції.

Aviation English у вужчому розумінні охоплює радіотелефонну фразеологію ICAO (Doc 4444, Doc 9432), де діють протилежні принципи: стандартизована формульність, специфічна інверсія, числові конвенції (callsign first, then altitude). Перекладач AFM, таким чином, одночасно балансує між двома різними нормативними системами — що і породжує характерні стилістичні помилки студентів: перенесення RTF-конструкцій у процедурний текст, або навпаки, вживання повсякденних синонімів замість технічно точних термінів STE [4, с. 23].

Сучасні AI-системи пропонують декілька підходів до аналізу стилістичної відповідності перекладів авіаційному стандарту. Перший підхід — на основі великих мовних моделей (GPT-4, Claude 3) із налаштованими системними промптами. Промпт-інжиніринг дозволяє «навчити» LLM функціонувати як STE-аудитор: при правильно сформульованому промпті GPT-4 здатен ідентифікувати порушення STE-правил та надавати пояснення з посиланням на конкретні правила стандарту. Тестування, проведене Сіккема та ван ден Бріком (Sikkema, van den Brink, 2022), засвідчило точність GPT-4 у виявленні STE-порушень на рівні 81% порівняно з експертним оцінюванням [5, с. 89].

Другий підхід — спеціалізовані STE-checker програми (HyperSTE від Tedopres International, acrolinx), що базуються на правилкових системах та машинному навчанні. HyperSTE забезпечує покрокову перевірку відповідності ASD-STE100 та генерує детальний звіт із категоризованими помилками. Проте ці системи розроблені переважно для перевірки

оригінальних англomовних технічних текстів, а не їхніх перекладів — що обмежує їх безпосереднє застосування у контексті підготовки українських перекладачів AFM [6].

Третій підхід — гібридна модель, що поєднує автоматизований AI-аналіз із педагогічним фреймворком. Пропонована модель працює за таким алгоритмом: (1) студент завантажує свій переклад фрагмента AFM у навчальну систему; (2) ChatGPT-4 з налаштованим STE/AE-промптом аналізує текст за чотирма параметрами: лексична відповідність STE, синтаксична відповідність, коректність попереджувальних повідомлень, числові та скорочувальні конвенції; (3) система генерує структурований звіт із маркуванням помилок, поясненнями та рекомендованими виправленнями; (4) студент самостійно опрацьовує звіт і вносить корективи; (5) викладач переглядає фінальну версію та звіт, витрачаючи на верифікацію 3–5 хвилин замість 15–25 [7, с. 12].

Практична реалізація цього підходу вимагає ретельного промпт-дизайну. Ефективний промпт для оцінювання перекладу AFM включає: (а) специфікацію документного контексту (тип документа: AFM, розділ: Normal Procedures); (б) перелік конкретних STE-правил, що перевіряються; (в) вимогу надавати feedback у структурованому форматі (таблиця: «Фрагмент оригіналу | Переклад студента | Тип помилки | Рекомендоване виправлення | Правило STE»); (г) вказівку уникати виправлення «стилістичних уподобань» та фокусуватися виключно на нормативних відхиленнях [8, с. 45].

Закономірності, описані в сучасних перекладознавчих дослідженнях, підтверджують ефективність автоматизованих інструментів для підвищення якості та швидкості перекладацьких процесів. Завдяки розвитку технологій час на виконання перекладу суттєво скорочується, а сучасні інструменти автоматизують значну частину рутинних операцій, знижуючи ймовірність помилок та забезпечуючи термінологічну узгодженість [11 с. 43].

Разом з тим дослідження виявило низку суттєвих обмежень. По-перше, GPT-4 демонструє нестабільність при роботі з маловживаними технічними термінами Boeing/Airbus, яких немає в його навчальному корпусі — точність знижується до 60% для текстів із щільним АТА-термінологічним навантаженням. По-друге, AI-система не здатна адекватно оцінити прагматичну адекватність перекладу в ситуативному контексті — тобто те, чи буде перекладений текст зрозумілим і безпомилково виконаним технічним персоналом в умовах реального обслуговування ПС [9, с. 87].

Ці обмеження визначають педагогічні умови ефективного впровадження AI-оцінювання: воно повинно використовуватися як доповнення до

викладацького оцінювання, а не його заміна; студенти повинні бути навчені критично сприймати AI-feedback і не приймати всі рекомендації без верифікації; викладач зберігає роль фінального арбітра та «значущого значення» (meaningful sense-maker) у процесі оцінювання [10, с. 78].

Автоматизоване AI-оцінювання студентських перекладів AFM є перспективним педагогічним інструментом, що дозволяє суттєво збільшити частоту і деталізованість зворотного зв'язку без пропорційного зростання навантаження викладача. Розмежування стилістичних реєстрів Plain English (ASD-STE100) та Aviation English (ICAO Doc 4444) як основи оцінювального фреймворку забезпечує нормативне підґрунтя для AI-аналізу. Гібридна модель «AI-первинна верифікація + викладацька фіналізація» є оптимальною для впровадження в умовах реального навчального процесу, забезпечуючи баланс між ефективністю автоматизації та педагогічною відповідальністю викладача. Перспективою подальших досліджень є розробка спеціалізованої AI-системи оцінювання, дотренованої на корпусі верифікованих перекладів AFM українською мовою.

Список використаних джерел:

1. ASD-STE100. Simplified Technical English: Specification for the Preparation of Maintenance Documentation in a Controlled Language. Issue 8. Brussels: ASD, 2021. 424 p.
2. Kearns J. Curriculum Renewal in Translator Training. Dublin: Dublin City University, 2012. 312 p.
3. Cutts M. Oxford Guide to Plain English. 5th ed. Oxford: OUP, 2020. 288 p.
4. ICAO Doc 9432. Manual of Radiotelephony. 5th ed. Montreal: ICAO, 2020. 184 p.
5. Joshi S. Evaluation of Large Language Models: Review of Metrics, Applications, and Methodologies. Preprints. 2025. 23 p.
6. <https://hyperste.ai/wp-content/uploads/2025/01/HyperSTE-Information-Package-2025.pdf> (дата звернення: 12.05.2025).
7. Mollick E., Mollick L. Assigning AI: Seven Approaches for Students, with Prompts // SSRN. 2023. URL: <https://ssrn.com/abstract=4475995> (дата звернення: 10.05.2025).
8. White J. et al. A Prompt Pattern Catalog to Enhance Prompt Engineering with ChatGPT // arXiv. 2023. URL: <https://arxiv.org/abs/2302.11382> (дата звернення: 15.05.2025).
9. O'Brien, S., & Conlan, O. (2018). Moving Towards Personalising Translation Technology. В Translation Technology (pp. 81–97). Routledge.
10. Sadler D. Formative Assessment and the Design of Instructional Systems // Instructional Science. 1989. Vol. 18(2). P. 119–144.
11. Кислиця Т. І. Еволюція перекладу у сфері технологій. Переклад технічної документації та програмного забезпечення: кваліфікаційна робота магістра / наук. кер. С. В. Короткова. Дніпро: НТУ «Дніпровська політехніка», 2024. 104 с.

Вознюк Ганна Анатоліївна канд. філол. наук, доцент кафедри корейської і японської філології
Київський національний лінгвістичний університет, Україна

МАСАОКА ШІКІ І ДЕКОНСТРУКЦІЯ КАНОНУ МАЦУО БАШЬО

Мацуо Башьо (松尾芭蕉, 1644–1694) понад двісті років після смерті шанувався в Японії як «священний майстер хайку» (俳聖, *хайсей*). Проте наприкінці XIX ст. видатний поет і критик Масаока Шікі (正岡子規, 1867–1902) вдався до радикального переосмислення цього канону, опублікувавши у 1893 р. провокаційний трактат «*Башьо дзацудан*» (俳諧雑談, «Різноманітні думки про Башьо»). Мета пропонованого дослідження – виявити конкретний зміст, теоретичне підґрунтя та культурно-історичне значення критики Шікі щодо спадщини Башьо.

Масаока Шікі народився у м. Мацуяма в сім'ї збіднілого самурая. Псевдонім «Шікі» (子規, «зозуля») відсилає до легенди про птицю, що співає до крові з горла – алюзія на власний туберкульоз поета. [1, с.8] Попри смертельну хворобу, він протягом усього свого короткого творчого шляху активно публікував поезію та критичні есеї у газеті «*Ниппон*» (日本).

Доба Мейджі (1868–1912) ознаменувалася бурхливою модернізацією Японії та відкриттям до європейських літературних традицій – натуралізму і реалізму. Саме в цьому контексті Шікі сформулював свою реформаторську поетику. Поет свідомо використовував газетну платформу як простір поетичної дискусії та освіти, перетворюючи «*Ниппон*» на рушійну силу реформи хайку. [3]

Ключовим поняттям естетики Шікі є «*шясей*» (写生 – «замальовка з натури») – термін запозичений із японського живопису. Принцип вимагає прямого зображення реального об'єкта – на противагу умоглядному філософствуванню чи формульному наслідуванню [1, с. 45] Б. Ватсон у вступі до перекладів Шікі уточнює: саме «*шясей*» відрізняло «нове хайку» від практики, яку Шікі вважав застарілою. [7]

Із цієї позиції Шікі поділив спадщину Башьо на два пласти:

– позитивно оцінювані *реалістичні* хайку, де конкретний чуттєвий образ є самодостатнім;

– *містично-дидактичні* хайку, де ефект досягається через дзен-буддійські

алюзії, культурну пам'ять або риторику, а не через пряме спостереження.

М. Уеда формулює суперечність стисло: Башьо писав про «красу зовнішньої природи», тоді як ідеал Шікі – «внутрішня психологічна реальність правдивого» (*макото*). [4, с. 47] Х. Шіране додає важливе спостереження: сам Башьо ніколи не прагнув тієї «дзен-містичної» ідентичності, яку йому приписали послідовники «башьоїзму» (芭蕉主義, *башьошюгі*). [2, с. 7] Саме проти цієї традиції коментування, а не проти самого Башьо, і виступав насамперед Шікі.

«*Башьо дзацудан*» вийшов у газеті «*Ниппон*» у ювілейний, 200-й рік від смерті Башьо. Трактат є серією пронумерованих коментарів до конкретних хайку, написаних у полемічному публіцистичному стилі. Головна теза трактату: Шікі визнає Башьо першим реалістичним поетом хайку, але заперечує доцільність некритичного культу. На думку Шікі, серед загальноновизнаного корпусу Башьо вдалих віршів значно менше, ніж прийнято вважати, а велика їх частина є прозовими, дидактичними або надміру «містичними». [1, с. 63]

Аналіз трактатів Шікі дозволяє виокремити чотири типи критики:

1. *Хайку з «дзен-ореолом» (надмірний містицизм)*

Шікі найбільш послідовно критикував ті хайку Башьо, де «глибина» досягається через дзен-буддійські алюзії або через відверту метафізичну ідею, а не через конкретний чуттєвий образ. Показовим прикладом є, мабуть, найвідоміша поема Башьо:

古池や 蛙飛び込む 水の音

Фуру іке я/ кавадзу тобікому/ мідзу но ото.

Старий ставок — / пірнула жабка./ Сплеск води.

[6, с. 139]

Цей вірш, складений 1686 р., став символом дзен-буддійського осяяння — миті, в якій тиша порушується і тут же відновлюється. Проте саме такі поеми Шікі вважав надміру умоглядними: ефект тут досягається не через пряме чуттєве спостереження, а через філософське підґрунтя, яке читач мусить «привнести» у текст, що суперечить суперечить принципу «*шясей*». Шікі не заперечував образності цього вірша, але вказував: «дзен-ореол» навколо нього – проекція традиції коментування, а не іманентна якість тексту. [6, с. 140]

2. *Дидактичні хайку (домінування культурної пам'яті над образом)*

夏草や 兵どもが 夢の跡

Нацукуса я/ цувамотодомо та / юме но ато.

Літні трави — / від мрій воїнів / лиш вони лишились.

[6, с. 264]

Шікі стверджував: ефект цього вірша цілком залежить від позапоетичного знання – алюзії на загиблих воїнів клану Фуджівара. «Гарний вірш» має бути зрозумілим і без коментарів. [4, с. 47]

3. «Прозові» хайку (риторика замість спостереження)

秋深き 隣は何を する人ぞ

Акі фукакі/ тонарі ва нані о/ суру хіто дзо.

Глибока осінь – / чим же займається / мій сусід?

[6, с. 327]

Питальна форма вірша, на думку Шікі, є риторичним прийомом, а не замальовкою з натури. Прямий синтаксис запитання руйнує лаконічний «образ речі» – ідеалу справжнього хайку. [4, с. 47]

4. Надмірно суб'єктивні хайку (передсмертна поема)

旅に病んで 夢は枯れ野を かけ廻る

Табі ні янде/ юме ва карено о/ какемегуру.

Я у дорозі захворів – / блукають сні мої/ пустинними полями.

[6, с. 330]

«Передсмертний вірш» Башьо (辞世の句, джисей но ку) є щирим, проте абстрактний образ «блукаючих снів» суперечить принципу конкретного спостереження. Примітно, що сам Шікі – навіть помираючий від туберкульозу – писав хайку, насичені чіткими сенсорними деталями, послідовно дотримуючись власної теорії. [1, с. 89]

Критика Башьо у Шікі нерозривно пов'язана з «реабілітацією» Йоса Бусона (与謝蕪村, 1716–1783). Шікі вважав хайку Бусона технічно довершенишими і такими, що безпосередніше передають «живий образ речі». [1, с. 68] М. Уеда підсумовує: для Шікі Бусон уособлював саме той «живописний» конкретний принцип, якого бракувало «дзен-насиченій» поезії Башьо. [5, с. 47]

Таким чином, «реабілітація» Бусона і критика Башьо є двома сторонами єдиного реформаторського проекту: щоб утвердити принцип «шясей», Шікі потребував уже визнаної великої постаті, яка його уособлює. Бусон, будучи водночас видатним живописцем і поетом, підходив для цієї ролі ідеально.

Шікі ніколи не заперечував геніальності Башьо цілком. Він схвалював «живописні» хайку, де чуттєвий образ самодостатній. Показовим прикладом є:

五月雨をあつめてはやし最上川

Самідаре о/ ацумете хаяші/ Мотамітава.

Дощі травневі позбиравши,/ плине стрімко / річка Могами.

[5, с. 269]

Саме тут є яскравий образ, динаміка, рух – те, що Шікі називав реалізмом у кращому сенсі. Бейчман наголошує: він шанував Башьо як першого реалістичного поета хайку, а чимало його поем відзначав за велич і пишноту. [1, с. 63] Таким чином, стратегія Шікі – не огульне заперечення, а вибіркова деканонізація. А сама критика Шікі спрямовувалася передовсім проти «башьоїзму» (芭蕉主義) – застиглої культу, що перетворив живу поетичну традицію на мертво догму.

Попри провокативний тон «*Башьо дзацудан*», вплив критики Шікі виявився надзвичайно продуктивним: хайку збереглося як художній жанр завдяки переосмисленню канону, яке він ініціював. Х. Шіране [2, с. 8] та Р. Так [3, с. 148] одностайні: сучасна японістика кваліфікує цей акт як *творчу реінтерпретацію* спадщини, необхідну для збереження живої поетичної традиції.

Список використаних джерел:

1. Beichman, J. (2002). *Masaoka Shiki: His life and works*. Cheng & Tsui.
2. Shirane, H. (1998). *Traces of dreams: Landscape, cultural memory, and the poetry of Bashō*. Stanford University Press.
3. Tuck, R. (2018). *Idly scribbling rhymers: Poetry, print, and community in nineteenth-century Japan*. Columbia University Press.
4. Ueda, M. (1976). *Modern Japanese haiku: An anthology*. University of Toronto Press.
5. Ueda, M. (1982). *Matsuo Bashō: The master haiku poet*. Kodansha International.
6. Ueda, M. (1991). *Bashō and his interpreters: Selected hokku with commentary*. Stanford University Press.
7. Watson, B. (Trans.). (1997). *Masaoka Shiki: Selected poems*. Columbia University Press.

Форманюк Оксана Леонідівна канд. філол. наук, доцент, доцент кафедри німецької філології
Київський національний лінгвістичний університет, Україна

СТРАТЕГІЇ НОТУВАННЯ В ПОСЛІДОВНОМУ ПЕРЕКЛАДІ ЯК ВЗАЄМОДІЯ КОГНІТИВНОГО ТА МАТЕРІАЛЬНОГО ЗБЕРЕЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ

Послідовний переклад є складною когнітивною діяльністю, що характеризується відкладеним відтворенням усного тексту оригіналу. На відміну від синхронного перекладу, продукування тексту перекладу відбувається лише після завершення певного фрагмента мовлення, який перекладач повинен попередньо почути, проаналізувати, запам'ятати та структуровано відтворити. У цьому процесі техніка нотування відіграє центральну, хоча тривалий час дискусійну роль у перекладознавчих дослідженнях. Метою цієї розвідки є систематизація стратегій нотування у послідовному перекладі та їхній аналіз у контексті основних наукових підходів.

Одним із базових теоретичних підходів до опису нотування є концепція паралельного збереження інформації, запропонована Геллою Кірхгофф. Дослідниця вводить поняття «стратегії паралельного збереження», відповідно до якого інформація у процесі послідовного перекладу зберігається у двох взаємопов'язаних формах: когнітивній – у пам'яті перекладача, та матеріальній – у вигляді нотаток. Ці форми не конкурують між собою, а взаємодоповнюють одна одну. Таким чином, нотатки не є компенсацією слабкої пам'яті, а виступають її структурованим розширенням [4].

Подібну думку висловлюють Жерар Ільг і Сільві Ламбер, наголошуючи, що слухання та нотування не обов'язково заважають одне одному. Навпаки, автоматизована система нотування здатна підтримувати процес аналізу та зменшувати когнітивне навантаження. Водночас Даніель Жиль підкреслює, що нотування може стати додатковим когнітивним навантаженням, якщо воно недостатньо автоматизоване [2]. Отже, ефективність стратегій нотування безпосередньо пов'язана з розподілом когнітивних ресурсів перекладача.

У науковій літературі простежується майже одностайна позиція щодо того, що нотатки мають бути орієнтовані не на слова, а на зміст. Жан-Франсуа Розан формулює це як перший із семи принципів техніки нотування: записувати слід не слова, а смисл висловлювання [5]. Даніка Селескович розмежовує *notes idéiques* – нотатки, що передають осмислений зміст, та *notes*

verbales – записи чисел, власних назв і термінів, які необхідно фіксувати дослівно через складність їх запам'ятовування [6].

Стратегія смислового нотування передбачає попередній семантичний аналіз інформації. У цьому контексті нотатки виступають візуальною репрезентацією вже здійсненого процесу аналізу. Ендрю Джилліс визначає нотування як «візуальне представлення аналізу» («visual representation of your analysis») [3]. Практично це означає, що в нотатках мають фіксуватися передусім макроструктура висловлювання, логічні зв'язки та елементи, які складно утримати в пам'яті.

Важливим аспектом нотування є процес редукції та подальшої експансії інформації. Нотування розглядається як процес редукції, у якому відбувається значне скорочення мовних одиниць порівняно з текстом оригіналу. Під час породження тексту перекладу, навпаки, відбувається експансія, тобто розгортання скороченої інформації у повноцінне висловлювання. Ефективні стратегії нотування повинні забезпечувати максимальну семантичну концентрацію за мінімальних витрат часу на запис.

Недостатня редукція, зокрема дослівне нотування, може негативно впливати на процес аналізу та призводити до поверхневого відтворення змісту. Саме тому нотування має ґрунтуватися на концептуальному узагальненні, а не перетворюватися на лінійний запис почутого тексту.

Окрім змістового аспекту, важливу роль відіграє візуальна організація нотаток. Принцип вертикального розташування, запропонований Розаном, дозволяє логічно структурувати смислові одиниці. За допомогою відступів, ліній та стрілок відображаються семантичні зв'язки між елементами повідомлення [5]. Так звана структура S–V–O (суб'єкт – дієслово – об'єкт), описана в сучасних дослідженнях техніки нотування, полегшує швидке сприйняття синтаксичних зв'язків [3]. Чітка структура нотаток безпосередньо пов'язана з вищою якістю перекладу. Професійні перекладачі частіше використовують вертикальне структурування, позначення полів та стрілки для відображення логічних зв'язків [1]. Таким чином, структура сама по собі перетворюється на стратегію збереження інформації.

Питання мови нотування також залишається дискусійним. Якщо одні рекомендують здійснювати записи мовою перекладу [5], то інші дослідники застерігають, що використання мови перекладу може збільшувати когнітивне навантаження під час сприйняття інформації [2]. Емпіричні дослідження демонструють, що перекладачі здебільшого використовують змішані системи нотування, у яких поєднуються елементи мови оригіналу, мови перекладу та мовно незалежні символи.

Особливу роль у нотуванні відіграють символи та скорочення. Мовно незалежні символи вважаються ефективним засобом економії часу, оскільки передають не окремі слова, а концепти [3]. Водночас надмірне використання символів може ускладнювати декодування нотаток під час відтворення перекладу [5]. Тому визначальним чинником є ступінь автоматизації їх використання.

Скорочення також виступають важливою стратегією економії часу. Одним із найвідоміших способів є метод Розана, який передбачає запис початку слова із винесенням закінчення у верхній регістр. Така система дозволяє одночасно скорочувати запис і зберігати граматичну інформацію [5]. Дослідження Дьорте Андрес показують, що успішні перекладачі систематично використовують поєднання символів, скорочень і повних слів залежно від ситуації [1].

Окремої уваги заслуговує часовий аспект нотування. *Décalage* у сучасному розумінні означає часовий інтервал між сприйняттям інформації та її записом. Дьорте Андрес встановила, що досвідчені перекладачі гнучко змінюють тривалість цього інтервалу залежно від складності фрагмента тексту [1]. Важливою стратегією є також дискретне нотування, коли окремі елементи – наприклад, числа чи власні назви – записуються негайно, навіть якщо це тимчасово перериває основний процес нотування.

Отже, стратегії нотування у послідовному перекладі мають багатовимірний характер і охоплюють когнітивні, структурні, мовні та часові компоненти. Нотатки не є механічною фіксацією мовлення чи простою опорою для пам'яті, а виступають структурованою та індивідуально адаптованою репрезентацією змісту. Аналіз наукових праць дозволяє стверджувати, що ефективне нотування ґрунтується на таких принципах: орієнтація на зміст, семантична редукція, чітка візуальна структура, економне використання символів і скорочень, адаптивний вибір мови нотування та автоматизована часова організація процесу запису. Саме тому нотування слід розглядати не лише як технічний допоміжний інструмент, а як невід'ємний компонент професійної перекладацької компетентності.

Список використаних джерел:

1. Andres D. *Konsequitvdolmetschen und Notation. Modell einer multilinguellen Notationsschrift.* Frankfurt am Main : Peter Lang, 2002.
2. Gile D. *Basic Concepts and Models for Interpreter and Translator Training.* Amsterdam ; Philadelphia : John Benjamins, 1995.
3. Gillies A. *Note-taking for Consecutive Interpreting. A Short Course.* Manchester : St. Jerome Publishing, 2005.
4. Kirchhoff H. *Die Notation beim Konsequitvdolmetschen als Hilfe des Kurzzeitgedächtnisses // Übersetzen und Dolmetschen / Hrsg. von W. Wilss.* Tübingen : Narr, 1979. S. 121–131.
5. Rozan J.-F. *La prise de notes en interprétation consécutive.* Genève : Georg, 1956.
6. Seleskovitch D. *Langage, langues et mémoire. Étude de la prise de notes en interprétation consécutive.*

Шевченко Анастасія Ігорівна

здобувач вищої освіти медичного факультету

Національний медичний університет «Харківський національний медичний університет»,
Україна

Науковий керівник: Колісник Марина Ігорівна 

старший викладач кафедри латинської мови та медичної термінології

Національний медичний університет «Харківський національний медичний університет»,
Україна

БОТАНІЧНІ ТАКСОНИ У СКЛАДІ НАЗВ ЛІКАРСЬКИХ ПРЕПАРАТІВ

Було проаналізовано назви 10 лікарських препаратів рослинного походження. Ця робота демонструє схему перекладу назви лікарського препарату (з рослинною основою), яка утворюється, зазвичай, суфіксальним способом. До латинської назви рослини (основа іменника, що вказує на рослину, компонент якої є основним у складі препарату) ми додаємо суфікс -in- та характерне, для латинських назв ліків, закінчення -um.

Папаверин (**Papaverinum**) – спазмолітичний засіб. Назва препарату походить від родини рослин *Papaver* – «мак»; Ефедрин (**Ephedrinum**) - препарат для активації симпатичної нервової системи, імітує дію адреналіну або норадреналіну, від рослини роду Ефедра (*Ephedra*), інша назва - ставчак; Сальвірен (**Salvirenum**) - має антибактеріальні властивості, містить екстракт шавлії та назва препарату від назви рослини *Salvia officinalis*; Схізандрин (**Schizandrinum**) - підвищує витривалість організму, у складі препарату є екстракт лимонника китайського, на що вказує ботанічна назва рослини - *Schisandra chinensis*; Строфантин (**Strophantinum**) - серцевий глікозид, виділений із роду рослин “строфант”, що з латини - *Strophanthus gratus* (строфантус); Бетулін (**Betulinum**) - очищує печінку від токсинів, у складі препарату – кора берези (*Betula cortex*), та назва лікарського засобу походить від ботанічної назви берези (*Betula, ae f*); Берберин (**Berberinum**) - використовується як додаткове джерело алкалоїдів, походить з екстракту кореня індійського барбарису (*Berberis aristata*), що відображається у назві лікарського засобу; Атропін (**Atropinum**) - препарат для лікування гастроінтестинальних розладів, атропін виділяється із рослини *Atropa belladonna* - красавка; Плантаглюцид (**Plantaglucinum**) - засіб, що впливає на травну систему, з листя подорожника великого (*Plantago major*); Абсинтин (**Absintinum**) - протизапальний засіб, містить *Artemisia absinthium*, також

відомий як полин звичайний.

Проаналізовані назви лікарських засобів демонструють, що ботанічні таксони, на рівні роду рослини, відображені у назві лікарського препарату, вказують на рослинну основу. Імплементация латинських ботанічних назв у міжнародних непатентованих та торгових назвах дозволяє уніфікувати фармацевтичну термінологію та значно полегшує розуміння складу препарату як для фахівців, так і для пацієнтів.

Список використаних джерел:

1. Таблетки юа. URL: Бетулін New Life, 30 мл : інструкція + ціна в аптеках | Tabletki.ua Плантаглюцид-Здоров'я: інструкція + ціна від 307 грн в аптеках | Tabletki.ua Атропін-Дарниця: інструкція + ціна від 107 грн в аптеках | Tabletki.ua Схізандрин: інструкція, купити таблетки для печінки в Україні ► Ціна від 637.50 грн - МІС Аптека 9-1-1 (дата звернення 11.05.2026).
2. Фармацевтична енциклопедія URL: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/7727/alkaloidi-tropanovogo-tyadu> (дата звернення 12.05.2026).

SECTION 15.

PEDAGOGY AND EDUCATION

Karapuzova Nataliia Dmitrievna 

Candidate of Pedagogical Sciences, Professor, Professor
of the Department of Primary Education
Poltava V.G. Korolenko National Pedagogical University, Ukraine

Karapuzova Iryna Valeriivna 

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Preschool Education
Poltava V.G. Korolenko National Pedagogical University, Ukraine

INTEGRATING STEM APPROACHES INTO TEACHER EDUCATION: LECTURER–STUDENT PARTNERSHIP IN PROFESSIONAL DEVELOPMENT

Contemporary transformations in education driven by digitalization, competency-based learning, and the rapid development of STEM education have intensified the need to modernize teacher preparation. In this context, higher pedagogical education increasingly focuses not only on the development of professional knowledge and skills but also on creating effective models of interaction between participants in the educational process. Among such models, lecturer–student partnership occupies a significant place, as it promotes collaboration, shared responsibility, dialogue, and co-construction of professional experience [1].

STEM integration is considered one of the most promising approaches to advancing teacher education. By combining interdisciplinary learning, inquiry-based practices, technological tools, and problem-solving strategies, STEM education creates favorable conditions for developing future educators' professional competence, creativity, critical thinking, communication skills, and readiness for innovation. Within teacher preparation programs, STEM integration should be understood not merely as a means of enriching instructional content but as a comprehensive pedagogical strategy that fosters professional development and pedagogical excellence. [2; 3].

Within a STEM-oriented educational environment, the traditional roles of lecturers and students undergo substantial transformation. The lecturer no longer acts solely as a transmitter of knowledge but rather as a facilitator, mentor,

consultant, and educational partner. At the same time, students become active participants in the learning process who engage in collaborative inquiry, critical reflection, and practical application of interdisciplinary knowledge. Such interaction contributes to the development of academic autonomy, professional responsibility, and readiness for lifelong learning.

An effective way to implement these principles in teacher education is through binary interdisciplinary practical sessions. This instructional format enables the integration of methodological, disciplinary, and technological components of professional training. By engaging students in collaborative activities, interdisciplinary analysis, and applied problem-solving, binary practical sessions create opportunities for meaningful educational interaction and authentic professional learning.

Practical experience of implementing STEM-oriented binary interdisciplinary sessions demonstrates their considerable pedagogical potential in fostering lecturer–student partnership. The organization of educational activities based on dialogue, collaborative planning, collective reflection, and shared problem-solving increases students’ motivation, engagement, and professional self-awareness. Such forms of interaction support the transition from passive acquisition of knowledge to active construction of pedagogical understanding and professional identity.

An important advantage of STEM-integrated teacher education lies in its practical orientation. Future educators not only study theoretical foundations of STEM pedagogy but also acquire experience in designing interdisciplinary learning tasks, developing educational materials, applying digital tools, and creating inquiry-based instructional scenarios. Participation in such activities strengthens students’ ability to connect theoretical knowledge with pedagogical practice and enhances their preparedness for implementing innovative approaches in their future professional contexts.

Lecturer–student partnership within STEM-enhanced teacher education also contributes significantly to the development of pedagogical mastery. Through collaborative learning experiences, students develop skills of communication, teamwork, reflective practice, adaptability, and professional decision-making. They gain experience in negotiating meanings, presenting arguments, evaluating educational solutions, and responding to complex instructional challenges. These competencies are particularly important in contemporary educational settings characterized by rapid technological advancement and changing societal expectations.

Furthermore, STEM integration promotes a new culture of pedagogical interaction grounded in mutual respect, trust, initiative, and recognition of students’

professional agency. Such a model aligns with current trends in higher education that emphasize student-centered learning, academic partnership, and competence-oriented teacher preparation. Within this framework, the lecturer–student relationship evolves into a dynamic collaborative process aimed at supporting professional development and pedagogical innovation.

The experience of integrating STEM approaches into teacher education confirms the effectiveness of lecturer–student partnership as a meaningful factor in the development of future educators’ professional competence and pedagogical excellence. STEM-oriented instructional practices, particularly binary interdisciplinary practical sessions, expand opportunities for professional training by fostering interdisciplinary thinking, innovative pedagogical design, and collaborative professional learning. Consequently, integrating STEM approaches into methodological teacher preparation can be regarded as an effective strategy for improving the quality of pedagogical education and responding to contemporary educational challenges.

References:

1. Balyk, N., & Shmyger, H. (2021). STEM education in the context of future teacher training. *Scientific Notes of Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University. Series: Pedagogy*, (2), 67–74. <https://doi.org/10.25128/2415-3605.21.2.9>
2. Sebalo, L. (2018). The use of STEM technologies in the professional training of future primary school teachers. *Educational Space of Ukraine*, (14), 114–120. <https://doi.org/10.15330/esu.14.114-120>
3. Shymkova, I., Tsvilyk, S., & Harkushevskiy, V. (2019). Modernization of professional and technological training of future educators in the context of STEM education development. *Problems of Modern Teacher Training*, (19), 152–159. <https://doi.org/10.31499/2307-4914.19.2019.174022>

Mikheev Andriy 

Ph.D., associate professor

Bukovinian State Medical University, Ukraine

SELF-ASSESSMENT OF MEDICAL STUDENTS' APPROPRIATIONS TOWARDS THEIR CHOSEN PROFESSION

Today, professional self-identification of future specialists requires taking into account their personal development, which is closely related to professional development, in particular in the process of studying medical disciplines in pharmacy, dentistry or medical psychology [1, 2]. One of the effective tools is self-assessment, which involves the process of understanding oneself through awareness of certain individual qualities, actions, knowledge and skills and can affect the effectiveness of human activity. The formation of self-esteem occurs throughout a person's life under the influence of experience and environment and is directly reflected in confidence, decision-making, and quality of life. Adequate self-esteem is the basis of mental health and harmonious relationships [3]. In pedagogical activity, this is the process of analysis by teachers or students of a certain educational experience to improve the quality of learning and understanding of the material being learned.

Self-esteem is a dynamic element of the individual's consciousness and participates in the self-regulation of his professional activity. When a young person begins to consciously master his future profession, then his self-awareness and self-esteem are restructured [4, 5]. Various components of the personality participate in the formation of self-esteem: previously formed attitude towards himself, certain views on life, relationships between people, the desire to become «someone» in life, role models, etc. Recently, the problem of professional suitability has been in the spotlight, because its definition is a necessary lever for professional orientation [6, 7, 8]. Today, students of higher education institutions are required not only to have a high level of professional competence, but also personal involvement in the profession, a focus on self-improvement and a value-based attitude towards it [9]. Medical students are a component of the future human resource of healthcare in Ukraine, and therefore understanding the features of their professional formation should provide an opportunity to create favorable learning conditions with a clear motivation for professional activity [10]. In the future, this will lead to the emergence of qualified medical specialists and can significantly reduce their

outflow [11]. To improve the effectiveness of training and create conditions for harmonious self-development of students of medical institutions of higher education, it is important to correlate their self-esteem with academic success [12]. After all, to form a personality with successful implementation in further professional activity, it is necessary to create a whole complex of indicators, their assessment, and, of course, some correction, which can become a prerequisite for successful professional functioning and development [13].

Today, the professional development of medical specialists in Ukraine is complicated by contradictory future social conditions - war in the Ukraine, rather low wages, lack of housing, difficulties in finding a job, etc. Therefore, it is clear that the urgent issue for higher education institutions is not only to form the necessary professional competencies, but also to teach students to comprehend and evaluate the results of their professional development [14]. These processes require professional self-assessment, thanks to which future specialists are able to determine the level and productivity of their own professional development, build and adjust self-educational activities. To implement this in higher medical schools, it is important to create a basis for the practical implementation of a system for forming professional self-awareness of future specialists, including their professional self-assessment [15]. This personal aspiration can become a factor in the successful professional adaptation of a novice specialist and contribute to the acquisition of professionalism, self-realization and constant self-improvement.

Accordingly, if the choice of profession was correct, then it brings moral satisfaction to its applicant and high self-esteem in this future profession. At the same time, it is also high productivity in the chosen field of activity and high quality of products that are the result of this activity. The choice of a future profession, in particular the profession of a doctor, is a coincidence of the interests of the individual, the environment, society, which makes it possible to combine personal and general interests [16].

The possibilities of self-assessment of the inclinations of future specialists are an important tool for confirming, and sometimes possibly refuting, the correctness of this choice. There are many different methods for this, and one of such convenient tools can be a differential diagnostic questionnaire [17]. It is designed to help determine one's certain inclinations to various types of professional activity by calculating the personal psychotype. The latter is due to the ability of each person to have a certain inclination to certain types of activity that are associated with their lifestyle, thinking, skills, and also subconscious attempts to act. Using one or another self-assessment method, one can determine one's personal type and better understand one's inclinations to a certain type of professional activity.

The **purpose of the study** is to determine, through self-assessment, the potential inclinations to the chosen future profession of 2nd-year students of the specialties «medicine», «dentistry», «pharmacy» and «medical psychology».

Materials and methods of research. The study of self-assessment of inclinations to the chosen profession was conducted using the differential diagnostic questionnaire. The latter was adapted for Google Forms, which simplified the procedure for obtaining data and guaranteed confidentiality to respondents. The survey was conducted by 58 students of various specialties (medicine, medical psychology, dentistry and pharmacy) and medical faculties of BSMU aged 19-21 years, among whom 22% were male and 78% were female. The survey was conducted at the beginning of the spring semester of the academic year, under the same conditions. The results of the survey were statistically processed and used to determine the corresponding psychotypes.

Results and their discussion. As the survey data showed, the majority of students in the specialties of «medicine» - 75.86% and «dentistry» - 72.42% in the 2nd year of study have a clear direction towards their future profession - a doctor or a dentist. This is evidenced by the results of the survey of these students, whose questionnaire responses are focused on working specifically with people or the «human-human» psychotype. According to this psychotype, the leading «object» of work is a person, and accordingly they choose professions that are directly related to the «human» components - doctors, teachers, managers, psychologists, etc. They see themselves in the future working with other people, in providing medical care of various levels. This is facilitated by their sociability with active interaction with people, the ability to understand the emotional state of another person by influencing their thoughts or behavior, as well as the ability to work with other people for a long time (often in the field of service or medicine). However, representatives of this psychotype are often prone to emotional burnout due to intensive contacts. Therefore, their work requires high psychological endurance, and the main difficulties most often lie in the fact that the object of their work itself - another person - is active and unpredictable, so the specialist must be flexible and have a high level of self-control. The second place in terms of the number of correspondences to the psychotype «person-person» is occupied by future medical psychologists and pharmacists - 65.52%.

The next psychotype, which corresponded to the results of the student questionnaire (15.53% of the surveyed students of the specialty «medicine» and 10.34% of the specialty «dentistry») was «man-nature». Among students of the specialty «medical psychology» this psychotype corresponded to 8.62%, and in the specialty «pharmacy» - 5.17%. The main choice of profession for these respondents

will be such as veterinarian, zootechnician, agronomist, laboratory assistant, laboratory assistant of chemical and bacteriological analysis, etc. These are also professions that are directly related to medicine or scientific research in this field, for example, pharmacy and industrial pharmacy, laboratory diagnostics, clinical biochemistry, biology, etc. For them, the subconscious orientation to work with objects of living nature and their habitat is most often inherent. This is due to such features of the psychotype as observation, patience, care, the ability to understand complex, changing biological processes. This is usually non-standard work, requiring initiative and independence, since living objects develop according to their own laws (get sick, grow, die). These young people show initiative, care and foresight and such a direction, in our opinion, will not fundamentally interfere with mastering the future profession of a doctor, but to a certain extent will be directed at the no less «human» aspects of the future profession (for example, a pharmacist or a laboratory assistant). It is important that work for people of this psychotype often involves a non-standard and unstable schedule and requires their attention 24/7. That is why this psychotype is ideal for those who seek harmony with the world around them, although they are subject to social pressure.

The third group of 2nd year students of the specialty «medicine» surveyed by us on the basis of a questionnaire belongs to the psychotype «person-artistic image» - 5.17% of the surveyed respondents. Among students of the specialty «dentistry» there were 10.34% of such respondents, and «medical psychology» and «pharmacy» - 20.69% for each specialty. For this psychotype, the subconscious will be the desire to develop primarily artistic abilities with the corresponding professions of an artist, designer, sculptor, musician, cosmetologist or plastic surgeon. They have the ability to see the world non-standardly and create something new, have high reactivity and a developed aesthetic sense, and to a greater extent have a characteristic «artistic» view of their future profession or work. A significant part of such students really takes part in amateur artistic activities, sings, dances, combining all this with studies. And some students actually see themselves as specialists in aesthetic medicine in the future - plastic surgeons, cosmetologists or specialists in the directed synthesis of active compounds. Future medical psychologists (according to the survey >20%) have such important qualities as a developed imagination, vivid memory, imaginative thinking, perseverance and patience, which is extremely necessary when working with patients.

It should be noted separately that among the students of the «medicine» specialty surveyed by us, almost the same number have the psychotypes «human-technician» and «human-sign system» (1.72% of respondents, respectively). Among students of the «dentistry» specialty in the 2nd year of study, such psychotypes are

inherent in 3.45% of the surveyed students, respectively; among students of the «medical psychology» specialty – 3.45% and 1.72%, and in the «pharmacy» specialty – 5.17% and 3.45% of students. For people with the psychotype «human-technician» is often inherent a purely «technical» or «technological» version of the future profession, because they can well understand certain «mechanical» subtleties of the medical profession: it can be a laboratory assistant, radiologist, medical equipment specialist, etc. The main feature of work for representatives of this psychotype is a material and concrete result; it is always a predictable activity, sometimes without unnecessary emotions.

Specialists with the manifested psychotype «human-sign system» have attention to detail, accuracy in work, are mostly prone to calculations, are willing to engage in programming, have a good memory and logical thinking and can quite well engage in biotechnology, bacteriology and virology, medical statistics, management or work in pharmaceutical production. For them, work is a constant presence in the world of symbols, algorithms or formulas, and the result of work often exists only on the monitor screen or on paper. This will be an ideal solution for someone who loves and appreciates order, sees clearly the results and goal with a minimum of emotional or unpredictable factors.

In general, for almost all psychotypes we identified among the surveyed 2nd-year students studying in the specialties of «medicine», «dentistry», «medical psychology» or «pharmacy», subconscious abilities for mastering a future profession - a doctor, a dentist, a medical psychologist or a pharmacist/industrial pharmacist were revealed. Of course, self-assessment of subconscious abilities and inclinations to a future profession do not always correspond to the chosen future specialty, but their clear and purposeful combination with acquired knowledge, practical skills, abilities and understanding will only strengthen the professional competencies of future doctors, pharmacists, dentists or medical psychologists. After all, a specialist in any medical field must be a comprehensively gifted, multifaceted, talented and educated person.

Conclusions. The self-assessment of the inclinations of 2nd-year students studying in the specialties of «medicine», «dentistry», «medical psychology» and «pharmacy» to their chosen future profession showed that the vast majority are oriented towards working with people and have the psychotype «human-human». Their inclinations to work with people, the desire to provide the necessary assistance, including medical or psychological, fully correspond to the chosen future professions. The second largest group of students with the psychotypes «human-nature» and «human-artistic image» are also more inclined to the chosen future profession of a doctor, dentist, psychologist or pharmacist. At the same time, a small

part of those surveyed has psychotypes that are not clearly related to the chosen medical profession – «human-technician» and «human-sign system», but they may well realize themselves in medicine, pharmacy, psychology or dentistry in the future.

References:

1. Al-Qudah, R., Barakat, M., Omar, A., Aladwani, M., Al-Qudah, N., & Al-Najjar, M. (2026). Learning Microbiology in Pharmacy Education: Students' Perceptions, Satisfaction, and Challenges: A Mixed-Methods Study.
2. Liu, C., He, P., & Zhao, W. (2025). Evolution and reform of Medical Microbiology education in New Medical Science era. *Global Medical Education*, 2(1), 259–268.
3. Zheng, B., He, Q., & Lei, J. (2024). Informing factors and outcomes of self-assessment practices in medical education: a systematic review. *Annals of Medicine*, 56(1).
4. Findyartini, A., Greviana, N., Felaza, E., Faruqi, M., Zahratul Afifah, T., & Auliya Firdausy, M. (2022). Professional identity formation of medical students: A mixed-methods study in a hierarchical and collectivist culture. *BMC Medical Education*, 22(1).
5. Діда, Г. (2023). Професійний саморозвиток особистості студента медичного коледжу: мотиваційно-ціннісний компонент. *Education. Innovation. Practice*, 11(5), 13–17.
6. Осадча, М., Гребеник, А., & Сосненко, О. (2022). Професійна придатність як сутнісна характеристика майбутнього фахівця. Шляхи удосконалення професійних компетентностей фахівців в умовах сьогодення: матеріали II Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф (25-26 серпня 2022 року в режимі онлайн), 291-294.
7. Кохановська, О. В., & Кузьменко, Ю. В. (2024). Професійна компетентність майбутніх фахівців медичної галузі як педагогічна проблема. *Педагогічний альманах*, 56, 51–56.
8. Стеценко, А. І., & Кващенко, О. М. (2024). Особливості професійного самовизначення особистості. *Слобожанський Науковий Вісник. Серія: Психологія*, 2, 67–71.
9. Peroš, A., Bralić, N., & Buljan, I. (2025). Personality traits and medical specialty preference among medical students and graduates: a scoring review. *Croatian Medical Journal*, 66(5), 321–333.
10. Москвяк, Н. В. Визначення професійного типу особистості та нервово-психічного стану студентів-медиків. Психологія особистості фахівця в умовах воєнного часу та поствоєної реабілітації: матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції (27 жовтня 2023 року) / уклад. В. С. Бліхар. Львів: ЛДУВС, 2023, 210-213.
11. Tobiaszewska, M., Koweszko, T., Jurek, J., Mikołaj, K., Gierus, J., Mikulski, J., & Waszkiewicz, N. (2024). Personality Types of Medical Students in Terms of Their Choice of Medical Specialty: Cross-Sectional Study. *Interactive Journal of Medical Research*, 13, e60223.
12. Findyartini, A., Greviana, N., Felaza, E., Faruqi, M., Zahratul Afifah, T., & Auliya Firdausy, M. (2022). Professional identity formation of medical students: A mixed-methods study in a hierarchical and collectivist culture. *BMC Medical Education*, 22(1).
13. Sultan, S., Labban, O. M., Hamawi, A. M., Alnajrani, A. K., Tawfik, A. M., Felemban, M. H., Bokhari, E. A., & Aziz, N. (2023). Relationship of big five personality traits and future specialty preference among undergraduate medical students: a cross-sectional study. *The Egyptian Journal of Neurology, Psychiatry and Neurosurgery*, 59(1).
14. Liu, M., Cai, J., Chen, H., & Shi, L. (2022). Association of Personality Traits with Life and Work of Medical Students: An Integrative Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(19), 12376.
15. Park, G. M., & Hong, A. J. (2022). “Not yet a doctor”: medical student learning experiences and development of professional identity. *BMC Medical Education*, 22(1).
16. Kim, D. T., Applewhite, M. K., & Shelton, W. (2023). Professional Identity Formation in Medical Education: Some Virtue-Based Insights. *Teaching and Learning in Medicine*, 36(3), 399–409.
17. Щербакова, І. М. (2012). Психодіагностика професійного самовизначення особистості: навч.-метод. посіб. Суми: Вид-во СумДПУ імені А.С. Макаренка, 90-93.

Rahmonov Nuriddin Khushboqovich

Teacher of the Department of History and Philosophy

Denov Institute of Entrepreneurship and Pedagogy, Republic of Uzbekistan

THEORETICAL FOUNDATIONS OF THE ACTIVITIES OF INTERNATIONAL ORGANIZATIONS IN ENSURING REGIONAL SECURITY

Abstract. *The transformation of the international security system in the twenty-first century has made regional security one of the central issues of international relations. Threats such as terrorism, extremism, separatism, illegal migration, cyber insecurity, and transnational crime have significantly changed the traditional understanding of security. This article examines the activities of international and regional organizations in ensuring regional security through the prism of major international relations theories. The study comparatively analyzes realism, neoliberal institutionalism, constructivism, and Regional Security Complex Theory. Furthermore, the article highlights the institutional role of international organizations in maintaining collective security and regional stability.*

Keywords: *Regional security, international organizations, realism, neoliberal institutionalism, constructivism, securitization, collective security, international relations theory, SCO, NATO.*

Introduction

Following the end of the Cold War, the concept of security underwent a fundamental transformation in the international system. Previously, security was primarily associated with military threats; however, today it encompasses economic, environmental, informational, and social dimensions. In particular, the events of September 11, 2001 radically changed the global security paradigm and transformed terrorism and transnational threats into central issues of international security.

This process significantly increased the importance of international and regional organizations. United Nations, North Atlantic Treaty Organization, European Union, Shanghai Cooperation Organisation, and Collective Security Treaty Organization have become essential institutional mechanisms for ensuring regional stability and security.

In this context, the theoretical analysis of international organizations' activities in maintaining regional security acquires particular academic significance.

Realism and the Role of International Organizations in Security

The realist school perceives the international system as anarchic. According to realism, states primarily seek survival and the protection of national interests. Hans Morgenthau, in *Politics Among Nations*, argues that power and national interest constitute the foundation of international politics.

Similarly, Kenneth Waltz, in *Theory of International Politics*, explains that the anarchic nature of the international system forces states to constantly seek security

through alliances and collective mechanisms.

From the realist perspective:

- international organizations are not independent actors;
- they serve the interests of powerful states;
- collective security mechanisms often become arenas of geopolitical competition.

John J. Mearsheimer, in *The Tragedy of Great Power Politics*, argues that great powers use international organizations to preserve regional dominance and geopolitical influence.

For instance, realist scholars often interpret the activities of North Atlantic Treaty Organization as instruments of Western strategic interests.

Neoliberal Institutionalism and Collective Security

Unlike realism, neoliberal institutionalism emphasizes the possibility of international cooperation. Robert Keohane, in *After Hegemony*, argues that international institutions: strengthen cooperation among states, reduce uncertainty, facilitate information exchange, and minimize the likelihood of conflict.

Together with Joseph Nye, Keohane developed the theory of complex interdependence in power and Interdependence. According to this theory, states are deeply interconnected economically and politically, security can no longer be ensured solely through military means, international organizations become key elements of global governance.

Neoliberal institutionalism therefore views international organizations as: institutional mechanisms of collective security. This perspective is especially useful in analyzing the activities of the United Nations and the European Union.

Constructivism and Securitization Theory

Constructivism explains international security through ideas, identities, and social interaction rather than solely through material power. Alexander Wendt, in *Social Theory of International Politics*, introduced the famous argument: “Anarchy is what states make of it.”

According to constructivism: threats themselves are not objective realities, rather, the interpretation of threats shapes security policies.

This approach was further developed by Ole Wæver through the theory of securitization. According to securitization theory, political elites can legitimize extraordinary measures by presenting certain issues as existential security threats.

Issues such as: terrorism, illegal migration, religious extremism have increasingly been securitized by international organizations.

Regional Security Complex Theory and Its Significance

One of the most influential contemporary approaches to regional security

studies is the Regional Security Complex Theory developed by Barry Buzan and Ole Wæver.

In *Regions and Powers: The Structure of International Security*, the authors argue that: security threats are primarily regional in nature, neighboring states' security concerns are deeply interconnected.

This theory has been widely applied in the analysis of: Central Asia, the Middle East, South Asia and other unstable regions. The theory is particularly relevant for analyzing the activities of the Shanghai Cooperation Organisation, which identifies terrorism, separatism, and extremism as key regional security challenges.

Conclusion

The rise of transnational threats in the twenty-first century has significantly increased the role of international and regional organizations in ensuring security. Modern security challenges have become too complex to be addressed solely within the framework of individual states.

The study demonstrates that: realism views international organizations as instruments of state interests, neoliberal institutionalism considers them mechanisms of cooperation, constructivism emphasizes identity and political discourse, Regional Security Complex Theory explains the interconnected nature of regional threats.

Therefore, international organizations have become essential institutional actors in:

- maintaining collective security;
- preventing regional conflicts;
- combating terrorism and transnational threats;
- and promoting regional stability.

References:

1. Hans Morgenthau. *Politics Among Nations*. New York: Alfred A. Knopf, 1948.
2. Kenneth Waltz. *Theory of International Politics*. Reading, MA: Addison-Wesley, 1979.
3. Robert Keohane. *After Hegemony*. Princeton: Princeton University Press, 1984.
4. Robert Keohane and Joseph Nye. *Power and Interdependence*. Boston: Little, Brown and Company, 1977.
5. Alexander Wendt. *Social Theory of International Politics*. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.
6. Barry Buzan and Ole Wæver. *Regions and Powers: The Structure of International Security*. Cambridge: Cambridge University Press, 2003.
7. John J. Mearsheimer. *The Tragedy of Great Power Politics*. New York: W.W. Norton, 2001.
8. Karl Deutsch. *Political Community and the North Atlantic Area*. Princeton: Princeton University Press, 1957.
9. Stephen Walt. *The Origins of Alliances*. Ithaca: Cornell University Press, 1987.
10. Arnold Wolfers. *Discord and Collaboration*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1962.

Umurzakova Aziza 

Doctoral Student

Navoi State University, Republic of Uzbekistan

DIACHRONIC SEMANTIC EVOLUTION OF THE LEXEME LOYALTY IN ENGLISH

Abstract. This article investigates the diachronic semantic evolution of the lexeme *loyalty* in English from the perspective of historical semantics, cognitive linguistics, and lexicographic discourse analysis. The study examines how *loyalty* evolved from a feudal-legal category grounded in hierarchical obligation into a multidimensional conceptual structure associated with emotional attachment, ethical identity, institutional affiliation, and commercial behavior. Drawing upon diachronic lexicographic evidence from *A Dictionary of the English Language*, *Oxford English Dictionary*, *Merriam-Webster*, and *Cambridge Dictionary*, the article demonstrates that the semantic transformation of *loyalty* reflects broader socio-historical changes in English-speaking societies.

The concept of *loyalty* constitutes one of the central ethical and socio-cultural categories in human interaction. Across historical periods, *loyalty* has functioned as a key mechanism regulating political obedience, interpersonal trust, collective identity, religious devotion, and institutional affiliation. In English, the conceptual field of *loyalty* is represented through several interconnected lexemes, including *loyalty*, *allegiance*, *fidelity*, *devotion*, *faithfulness*, and *commitment*. Among these units, however, the lexeme *loyalty* occupies a particularly significant position due to its semantic flexibility, diachronic productivity, and broad functional distribution across political, personal, institutional, and commercial discourse.

The diachronic development of *loyalty* illustrates how lexical meaning evolves under the influence of historical transformation and changing socio-cultural structures. Originally connected with legality, feudal hierarchy, and external obligation, the lexeme gradually acquired emotional, ethical, and pragmatic dimensions. Consequently, the semantic history of *loyalty* provides valuable insight into the relationship between language, ideology, and social organization.

From the perspective of semantic field theory, the lexeme *loyalty* exists within a broader conceptual network that includes *allegiance*, *fidelity*, *faithfulness*, *devotion*, and *commitment*. However, each lexeme occupies a distinct functional and stylistic position within the semantic field. While *allegiance* retains stronger political-institutional associations, *faithfulness* primarily emphasizes ethical constancy and interpersonal reliability, whereas *commitment* reflects modern notions of voluntary dedication and self-determined responsibility.

The article also draws upon frame semantics developed by Charles Fillmore.

Within this framework, lexical meaning is interpreted through culturally structured cognitive frames. Historically, the frame underlying *loyalty* shifted substantially:

- in medieval discourse, loyalty was framed through feudal hierarchy and legal obligation;
- in modern discourse, it is increasingly framed through emotional attachment, ideological identity, and institutional affiliation.

Additionally, the study incorporates principles of cognitive metaphor theory associated with George Lakoff. The semantic development of *loyalty* reflects metaphorical extension from externally enforced obedience toward internally experienced emotional commitment. Thus, semantic broadening in this case corresponds to broader conceptual restructuring within English-speaking societies.

The lexeme *loyalty* entered English following the Norman Conquest through Anglo-French linguistic influence. The Anglo-French forms *leauté* and *lewte*, derived from Old French *loialté* or *loyauté*, originally denoted meanings such as “faithfulness,” “legitimacy,” “honesty,” and “moral integrity.” Etymologically, these forms originated from the Latin adjective *legalis*, meaning “lawful” or “in accordance with law.”

The earliest recorded Middle English form, *leaute*, appeared during the mid-thirteenth century. Significantly, the original conceptualization of loyalty was closely connected with legality and obedience to legitimate authority. The adjective *loyal* therefore initially conveyed the meaning “lawful” or “faithful to the law,” directly reflecting feudal-legal obligations characteristic of medieval social organization. Around the fifteenth century, the orthographic forms *loyalte* and *loyalty* became stabilized and increasingly associated with meanings related to faithfulness and allegiance. Nevertheless, the semantic core remained strongly political and hierarchical. In medieval English society, *loyalty* primarily denoted obedience and duty toward a feudal ruler. The lexeme functioned predominantly within political and legal discourse, where being “loyal” meant fulfilling one’s obligations toward a monarch, sovereign, or feudal lord.

The semantic structure of *loyalty* during this period was therefore dominated by external obligation rather than personal agency. Loyalty was not conceptualized as an emotional preference or ethical individuality; instead, it represented a socially imposed duty grounded in hierarchical order. Historical lexicographic evidence confirms this interpretation. The Oxford English Dictionary identifies one of the earliest meanings of *loyalty* as “allegiance to lawful authority,” emphasizing the lexeme’s political and juridical dimensions.

For example:

“All subjects owe loyalty to the Crown.”

Within this socio-historical frame, *loyalty* functioned almost synonymously with obedience, fealty, and social duty. The concept represented an externally regulated social obligation rather than an internally motivated emotional attachment.

This semantic configuration reflects the feudal worldview itself, where social relations were structured vertically through systems of obligation and authority. Consequently, the meaning of *loyalty* was inseparable from the institutional logic of medieval hierarchy.

Following the gradual decline of feudal structures, the semantic range of *loyalty* began to expand beyond political obligation. During the Early Modern English period, the lexeme increasingly acquired interpersonal, emotional, and ethical connotations. By the eighteenth century, this semantic development had become lexicographically institutionalized. In *A Dictionary of the English Language*, *loyalty* was defined not only as adherence to a prince but also as “fidelity to a lady, or lover.” This definition is particularly important because it demonstrates the emergence of emotional and interpersonal frames within the semantic structure of the lexeme.

The transition is conceptually significant. Whereas medieval loyalty emphasized externally imposed duty, the emerging modern interpretation increasingly foregrounded affective attachment and voluntary fidelity. In other words, the lexeme underwent progressive emotionalization.

In contemporary English, *loyalty* has undergone extensive semantic broadening and now functions across multiple social and institutional domains. Modern lexicographic sources define the lexeme not only in relation to individuals but also in relation to ideas, principles, organizations, professions, and commercial entities. Examples include:

“*Her loyalty to the company was rewarded with a promotion.*”

“*She showed unwavering loyalty to her principles.*”

“*Customer loyalty is essential for long-term business success.*”

Particularly important is the commercialization of loyalty in late modern capitalist societies. In marketing and consumer studies, *customer loyalty* has become a central analytical concept describing long-term consumer attachment to brands and institutions. Thus, the semantic expansion of *loyalty* reflects not only linguistic change but also transformations in modern social organization. The lexeme increasingly functions as a discourse marker of institutional affiliation, emotional identity, and economic behavior.

At the same time, the original feudal-legal meaning has gradually weakened or become displaced by more specialized political terms such as *allegiance*. While traces of the historical meaning remain, contemporary usage overwhelmingly

foregrounds interpersonal, ethical, institutional, and emotional dimensions.

Conclusion

The diachronic semantic evolution of the lexeme *loyalty* illustrates the dynamic relationship between language, cognition, and socio-historical transformation. Originally associated with legality, feudal hierarchy, and externally imposed obligation, *loyalty* gradually expanded into emotional, ethical, institutional, ideological, and commercial domains.

Historical lexicographic evidence and corpus-based observations demonstrate that the lexeme underwent substantial semantic restructuring across different historical stages. The semantic trajectory of *loyalty* reflects broader cultural transitions: from feudalism to nationalism, from external duty to internalized commitment, and from hierarchical social order to individualized emotional identity.

Therefore, the semantic history of *loyalty* represents not merely lexical broadening but a deeper conceptual transformation connected with changing models of authority, belonging, and human attachment in English-speaking cultures.

References:

1. Johnson, S. (1755). *A Dictionary of the English Language*. London: W. Strahan.
2. Lakoff, G., & Johnson, M. (1980). *Metaphors We Live By*. Chicago: University of Chicago Press.
3. Fillmore, C. J. (1982). Frame semantics. In *Linguistics in the Morning Calm* (pp. 111–137). Seoul: Hanshin Publishing Company.
4. Lyons, J. (1977). *Semantics* (Vols. 1–2). Cambridge: Cambridge University Press.
5. Oxford English Dictionary. (2024). *Loyalty*. Oxford University Press. Retrieved from Oxford English Dictionary
6. Leech, G. (1981). *Semantics: The Study of Meaning* (2nd ed.). Harmondsworth: Penguin Books.

Yefimova Olha 

PhD in Pedagogy, Senior Lecturer, Department of English for Engineering № 2
National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Ukraine

Zhytska Svitlana 

Senior Lecturer, Department of English for Engineering № 2
National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Ukraine

Betsko Olena 

Lecturer, Department of English for Engineering № 2
National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Ukraine

Braievska Anastasiia 

Lecturer, Department of English for Engineering № 2
National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Ukraine

Buha Svitlana 

Lecturer, Department of English for Engineering № 2
National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Ukraine

COMMUNICATIVE TRAINING OF CADETS IN THE SYSTEM OF TEACHING FOREIGN LANGUAGES BASED ON THE RESULTS OF EMPIRICAL RESEARCH

The essence of training at higher military educational institutions lies not only in the transfer of information but also in the development of cadets as holistic individuals capable of independent thinking and creative problem solving. This systematically organized process aims to provide cadets not only with knowledge but also with the skills and abilities necessary for successful professional work in the military. Furthermore, it is aimed at engaging cadets actively in their own learning and continuous self-development. Successful implementation of this process requires a comprehensive approach to educational content and emphasizes educational, developmental, and formative functions [1].

To determine the level of cadets' communication skills and identify the role of the foreign language in their development, a survey was conducted among cadets at a higher military educational institution. Cadets from the first to the fifth grade studying a foreign language as a part of their professional training participated in the survey.

The purpose of the survey was to identify the cadets' attitudes toward the process of learning a foreign language, determine the importance of communication skills in their future professional activities, and assess the level of development of

personal and professionally significant qualities formed during the learning process.

Analysis of the cadets' survey results revealed that learning a foreign language helps them develop a set of important communication skills and competencies necessary for their future professional careers. Most respondents noted the importance of developing attention, which manifests itself in the ability to listen attentively to others and maintain effective communication. The cadets also emphasized the importance of observation, which allows them to notice changes in the behavior, emotional state, and mood of others, as well as identify key personality traits.

The survey results indicate that learning a foreign language fosters the development of imagination and self-reflection. Cadets noted that during classes, they learn to evaluate both their own activities and the actions of others, identifying their strengths and weaknesses. Considerable attention is paid to developing memory, particularly the ability to remember important information about others and use it to establish productive interactions.

As we mentioned before, active methods in language learning aim to address the limitations of traditional approaches by promoting engagement, interactivity, and critical thinking. These methods encourage learners to participate actively in the learning process, allowing them to think, create, and solve problem in the target language. By incorporating active methods, language learners can develop a deeper understanding of the language and enhance their overall language proficiency, develop higher order thinking skills such as analysis, synthesis, and evaluation, learn to think critically, make connections, and apply their knowledge in real world situations gaining valuable skills for personal and professional growth [2].

According to the cadets, development of thinking, which manifests itself in the ability to analyze actions, predict behavior in various situations, and make decisions in complex communication situations, holds a special place. In addition, survey respondents indicated the importance of the emotional sphere, including the ability to empathize, tact, responsiveness, objectivity, and adherence to professional communication standards.

The study found that communication skills gradually transform into stable competencies. Cadets noted that the most important characteristics of developed skills include behavioral flexibility in various situations, resilience to external influences, retention of acquired skills even in the absence of constant practice, and the ability to apply them in conditions as close as possible to real professional activities.

Developing English communicative competence in master's students of

technical specialties is a key step in preparing them for professional activity. Key directions for enhancing the formation of English communicative competence include adapting language courses to focus on professional technical vocabulary, integrating modern technologies into the learning process, motivating students through international internships, conferences, and workshops in English, and improving teachers' professional qualifications [3].

The survey results also confirmed that the effectiveness of developing communicative competence depends on a systematic approach to organizing the educational process. According to cadets, a foreign language teacher must possess a flexible system of methods and interaction techniques that allow the learning process to be adapted to various situations and the individual characteristics of cadets.

K. Halatsyn argues that another important factor is the subject-to-subject interaction between teacher and student during English classes. The teacher's role evolves from a traditional instructor to that of a linguistic coach. As O. Harkusha and A. Shcheglova point out, a linguistic coach not only teaches the subject professionally and in line with international standards but also acts as a facilitator. The coach fosters an atmosphere of trust, curiosity, and self-directed learning, encouraging students to study English both in and beyond the classroom [3].

Most cadets noted the special role of practical and academic foreign language classes in developing professionally significant qualities. The communicative focus of foreign language learning contributes not only to the development of speaking skills but also to the preparation of future officers for professional duties, interaction within a military team, and the effective completion of official tasks.

Analysis of the data obtained allows us to conclude that these qualities contribute to the selection of the most effective methods of interaction between instructor and cadets, as well as the creation of a welcoming atmosphere during the learning process. Therefore, cadets view communication skills as an important component of the professional training of future officers.

Thus, the survey results confirm that developing communication skills through foreign language learning is essential for cadets' professional training, as these skills are universal and essential in virtually all areas of future military service.

References:

1. Єфімова О.М., Жицька С.А., Бецько О.С., Браєвська А.І., Журавель В.В. (2024). Оптимізація процесу реалізації іншомовного фахово-орієнтованого спілкування курсантів вищих військових навчальних закладів. *Перспективи та інновації науки, Серія «Педагогіка»*, № 4(38). С. 197-210. [https://doi.org/10.52058/2786-4952-2024-4\(38\)-197-210](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2024-4(38)-197-210)
2. Zhytska S. A., Yefimova O. M., Betsko O. S., Braievskia A. I., Zhuravel V. V. (2024). Applying Active Methods of

Teaching Foreign Language to Develop HOTS of Military Students for Security and Defence Sector. *Науковий журнал "Інноваційна педагогіка"* № 69 (1). Одеса. Р. 144-152. <https://doi.org/10.32782/2663-6085/2024/69.1.28>

3. Halatsyn K. (2025). Integrating Communicative Competence Development into English Training for Technical Master's Students. *Актуальні питання педагогіки: досвід, новації та перспективи*. Матеріали науково-практичної конференції (м. Чернівці, 17-18 жовтня 2025 р.). Одеса: Видавництво «Молодий вчений». Р. 14-16. <https://molodyvchenyi.ua/omp/index.php/conference/catalog/book/150>

Бондаренко Ельвіра Сидорівна канд. філол. наук, доцент, доцент кафедри германської філології
Київський національний лінгвістичний університет, Україна

ФОНЕТИЧНІ ВИКЛИКИ ТА ШЛЯХИ ЇХ ПОДОЛАННЯ (НА МАТЕРІАЛІ НІМЕЦЬКОЇ МОВИ ПІСЛЯ АНГЛІЙСЬКОЇ)

У сучасному глобалізованому освітньому просторі багатомовність стає не лише перевагою, а й необхідною умовою професійної мобільності фахівця. Вивчення кількох іноземних мов у закладах вищої освіти є сталою практикою, і німецька мова часто опановується як друга іноземна після англійської. Така послідовність має методичні переваги, оскільки студенти вже володіють базовими стратегіями мовного навчання, мають сформовані навички аудіювання, читання та усвідомлюють принципи функціонування мовної системи загалом [3].

Водночас поєднання двох германських мов у процесі навчання створює специфічні труднощі, особливо на фонетичному рівні. Фонетична система німецької мови має низку суттєвих відмінностей від англійської, які часто залишаються непоміченими студентами через зовнішню подібність лексики та орфографії. Це призводить до явища міжмовної інтерференції, коли фонетичні моделі англійської мови автоматично переносяться на німецьку.

Фонетична компетентність є ключовою складовою комунікативної компетенції, оскільки навіть за високого рівня граматичної правильності мовлення порушення вимови може суттєво ускладнювати розуміння. Дослідження фонетики германських мов підкреслюють, що артикуляційні та інтонаційні відмінності між англійською та німецькою мовами є системними [2].

Однією з найбільш характерних проблем є неправильна реалізація німецьких приголосних фонем, зокрема звуків [ç] та [x], які не мають повних аналогів в англійській мові. Студенти часто замінюють їх більш твердими або англізованими варіантами. За допомогою мінімальних пар слід відпрацьовувати позиційне чергування [ç] та [x]: *ich – ach, echt – acht, Licht – Nacht*.

Не менш складною є система голосних, де німецька мова чітко розрізняє довгі та короткі голосні звуки. Це розрізнення має фонологічне значення, тобто впливає на семантику слова: *Biete – bitte, Staat – Stadt* (тренування

тривалості голосних через повторення та аудіювання).

Окрему складність становить вимова німецького приголосного [r], який у сучасній стандартній вимові реалізується як задньоязиковий фрикатив. Англomовні студенти схильні переносити альвеолярні моделі англійської мови, що створює помітний акцент. Також слід звернути увагу на системні розбіжності у вимові графem w та v, а також на правила читання дифтонгів.

Інтонаційний рівень інтерференції є менш помітним, але не менш важливим. Англійська мова характеризується більш виразною інтонаційною варіативністю, тоді як німецька має інші ритмічні моделі з чітким фразовим наголосом.

Методично доцільним є контрастивний підхід, який передбачає усвідомлене зіставлення фонетичних систем англійської та німецької мов. Такий підхід дозволяє зменшити негативний вплив інтерференції та активізує вже наявний мовний досвід студентів.

Практична підготовка повинна включати фонетичні зарядки, імітаційні вправи, роботу з мінімальними парами, читання вголос, скоромовки та аудіювання з повторенням. Особливо ефективною є робота з аудіозаписом власного мовлення для самокорекції. Сучасні цифрові технології (мобільні додатки, платформи для вимови, автентичні аудіоматеріали) значно підсилюють процес формування фонетичної компетентності.

Отже, фонетичні труднощі при вивченні німецької мови після англійської є закономірним наслідком міжмовної інтерференції. Їх подолання можливе лише за умови системної роботи та поєднання теоретичного аналізу з практичною мовленнєвою діяльністю.

Список використаних джерел:

1. Dudenredaktion. (2015). *Duden: Das Aussprachewörterbuch* (7th ed.). Bibliographisches Institut.
2. Jannedy, S., & Lodge, K. (2009). *Phonology and Phonetics of English and German*. Mouton de Gruyter.
3. Selinker, L. (1972). *Interlanguage*. *International Review of Applied Linguistics*, 10(3), 209–231.

Кочубей Наталія Павлівна

канд. пед. наук, старший викладач кафедри іноземних мов та методики викладання
Глухівський національний педагогічний університет імені Олександра Довженка, Україна

ФОРМУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ІНОЗЕМНИХ МОВ У КОНТЕКСТІ СУЧАСНИХ ОСВІТНІХ РЕФОРМ

В останні роки освітній дискурс в Україні зазнав значних змін, що, у свою чергу, вплинуло на фундаментальну трансформацію державної освітньої політики. Сучасні глобальні та українські освітні реформи мають на меті здійснити глибоке та всебічне оновлення змісту та методів професійної підготовки і розвитку педагогів. У «Програмі економічних реформ» серед найгостріших проблем вітчизняної освіти, зокрема, називаються невідповідність наявної якості освіти сучасним вимогам, недостатній ступінь впровадження у навчальний процес інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), недостатній доступ до якісної освіти, недостатня ефективність фінансування освіти, поглиблення диспропорції між підготовкою фахівців і попитом на них на ринку праці [1].

Потреби суспільства у висококваліфікованих та технологічно обізнаних учителях професіоналах висувають нові вимоги до вдосконалення фахової підготовки студентів. Оптимізація професійного становлення студентів у процесі фахової підготовки має бути зумовлена використанням інноваційних педагогічних технологій, зокрема тих, які ґрунтуються на таких пріоритетах, як процесуальність, полілогічність і діалогічність міжособистісної взаємодії, активізація мисленнєвої діяльності, створення умов для саморозвитку студентів для їхньої подальшої самореалізації в професійній діяльності. Саме освіта є такою галуззю соціальної сфери, де стійкий розвиток інноваційної діяльності має розглядатися як процес відтворення людського капіталу на розширеній та інноваційній основі [2, с. 24]. У процесі реформування сучасної освіти та з підвищенням вимог до професійної кваліфікації фахівців, особливо педагогів, важливим аспектом є оновлення підготовки вчителів на основі інноваційних підходів. У наукових джерелах та змісті нормативних урядових документів ідея впровадження нових технологій в освітній процес стає все більш актуальною, зокрема у навчанні іноземних мов.

Структура і вимоги до формування категорії технологічна

компетентність, яка є частиною загально-професійної компетентності майбутнього вчителя іноземних мов у сучасній методичній науці залишаються недостатньо дослідженими. Підготовка фахівців потребує інноваційного підходу до організації навчання студентів на основі модернізації технологічного процесу, змістового наповнення та моделювання оптимальної системи професійної підготовки майбутніх спеціалістів шляхом упровадження інноваційних освітніх програм і педагогічних технологій. Таким чином, актуальним завданням є переосмислення підходів до формування технологічної компетентності вчителів, зокрема у сфері навчання іноземних мов.

Теоретичні основи технологізації освітнього середовища у вищих навчальних закладах досліджуються науковцями, які зробили вагомий внесок у вирішення цих питань за кордоном і пов'язане з іменами Б. Блума, Д. Брунера, М. Вулмана, Г. Грейса, Дж. Керала, М. Кларка, П. Мітчелла, Р. Томаса, Д. Хамбліна та ін. В українській теорії та практиці навчання технологічний підхід заснований І. А. Зязюном, В. І. Лозовою, І. П. Підласим та ін.; дослідженням освітніх технологій займаються відомі українські вчені Т. І. Коваль, А. С. Нісімчук, О. С. Падалка, С. О. Сисоєва, О. Т. Шпак та інші.

Технологічна компетентність учителя іноземної мови розуміється як сукупність знань, умінь і навичок, пов'язаних із застосуванням технологій навчання. Згідно з дослідженнями, вона включає психолого-педагогічні та лінгвометодичні знання і вміння, пов'язані з використанням інноваційних освітніх технологій у навчальному процесі [3, с. 261]. Важливими її характеристиками є здатність ефективно використовувати сучасні ІКТ для досягнення освітніх цілей, аналізувати, планувати та реалізовувати рішення в навчанні [4, с. 150]. Таким чином, технологічна компетентність – інтегративна якість, що поєднує володіння технічними інструментами, методичними прийомами і творчою рефлексією [3, с. 261; 4, с. 150].

В українських педагогічних закладах вищої освіти ІКТ-компетентності інтегруються через спеціальні курси та інноваційні методики. Зокрема, О. А. Каніболоцька зазначає, що активне формування ІКТ-компетентності студентів-філологів здійснюється в рамках дистанційного, змішаного (blended), електронного та мобільного навчання, сучасного викладання з ІКТ-інструментами і інтерактивних методів [5, с. 92-95]. Згідно з цією моделлю, навчальний процес складається з декількох етапів: спочатку теоретичний матеріал вивчається дистанційно, потім на практичних заняттях студенти розробляють та відпрацьовують технології на уроках, а результати

презентують у змішаній формі (поєднання очної та онлайн-роботи). Такий підхід дозволяє значно розширити можливості студентів, стимулює взаємодію між викладачем та майбутнім учителем і призводить до формування у них комплексу ключових компетентностей.

Міжнародні рекомендації наголошують на необхідності системного впровадження ІКТ у підготовку педагогів. Згідно з Рекомендаціями ЮНЕСКО (ICT Competency Framework for Teachers), підготовка вчителя має охоплювати всі ключові аспекти ІКТ-компетентностей – від розуміння ролі ІКТ в освіті до педагогічних практик, цифрової грамотності та професійного розвитку. Практично це означає, що ЗВО повинні забезпечувати курси і тренінги, що розвивають навички використання ІКТ у плануванні уроків, організації навчального процесу, створенні і оцінюванні цифрових навчальних матеріалів [6].

На європейському рівні підтримка професійного розвитку викладачів іноземних мов здійснюється через спеціальні програми та проекти. Наприклад, Європейський центр сучасних мов (ECML) реалізує ініціативу ICT-REV, яка забезпечує педагогів знаннями й навичками ефективного використання інформаційно-комунікаційних технологій у навчальному процесі, що відповідає сучасним тенденціям цифровізації освіти і пропонує тренінги та практичні майстер-класи для мовних педагогів [6]. Участь українських педагогів у програмах та проєктах ECML сприяє інтеграції національної системи мовної освіти до європейського освітнього простору та впровадженню інноваційних моделей викладання. Результати співпраці з ECML сприяють оновленню змісту професійної підготовки майбутніх учителів і впровадженню компетентнісного підходу у вищих педагогічних закладах.

Проведений аналіз засвідчив, що реформування сучасної освітньої політики України потребує системного оновлення підходів до професійної підготовки педагогів. Одним із ключових напрямів цього процесу є формування технологічної компетентності майбутніх учителів іноземних мов, яка трактується як інтегративна якість особистості педагога, що поєднує психолого-педагогічні, методичні та технічні вміння, спрямовані на ефективне використання інноваційних освітніх технологій у навчальному процесі. Результати досліджень підтверджують актуальність впровадження ІКТ у підготовку майбутніх учителів шляхом модернізації змісту освіти, структури навчальних програм та застосування змішаних форм навчання. Визначено, що міжнародний досвід (зокрема рекомендації ЮНЕСКО та

ініціативи ЕСML) може слугувати орієнтиром для удосконалення української практики професійного розвитку педагогів. І, відтак, формування технологічної компетентності має відбуватися поетапно, інтегровано та відповідно до сучасних світових стандартів, що забезпечить підвищення якості освіти і конкурентоспроможності педагогічних кадрів України.

Список використаних джерел:

1. Заможне суспільство, конкурентоспроможна економіка, ефективна держава: Програма економічних реформ на 2010–2014 роки. Комітет з економічних реформ при Президентові України. – С. 30. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.president.gov.ua/docs/Programa_reform_FINAL_1.pdf.
2. Мельничук І.М. Теорія і методика професійної підготовки майбутніх соціальних працівників засобами інтерактивних технологій у вищих навчальних закладах : автореф. дис. ... д-ра пед. наук. Тернопіль, 2011. 42 с.
3. Панова Н. Ю. Формування технологічної компетентності учителів іноземної мови як пріоритетний напрям підготовки у закладах вищої педагогічної освіти за відповідною спеціальністю // Наукові записки БДПУ. Серія: Педагогічні науки. Бердянськ: БДПУ, 2019. Вип.2. 352 с.
4. Кочубей Н. П. Зміст технологічної компетентності майбутніх учителів іноземних мов // Scientific review of the actual events, achievements and problems: collection of scientific papers «SCIENTIA» with Proceedings of the III International Scientific and Theoretical Conference, October 18, 2024. Berlin, Federal Republic of Germany: International Center of Scientific Research. 222 с.
5. Каніболоцька О. А. Шляхи створення інформаційно-комунікаційних передумов успішного вивчення іноземної мови студентами філологічних спеціальностей // Науковий часопис національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. Збірник наукових праць. Київ : Видавничий дім «Гельветика», 2020. Випуск 78. 278 с.
6. Структура ІКТ компетентності вчителів. Рекомендації ЮНЕСКО. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://librarycre.wordpress.com/2019/07/23/unesco-ict-competency-framework-for-teachers/#:~:text=1,%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BD%D1%96%D0%B9%20%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B8%D1%86%D1%96>.
7. Using ICT in support of language teaching and learning. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://school-education.ec.europa.eu/en/learn/webinars/using-ict-support-language-teaching-and-learning#:~:text=This%20webinar%20will%20showcase%20the,educators%20throughout%20Europe%20and%20beyond>

Писаревська Валерія Андріївна 

викладач кафедри морської англійської мови

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

Костроміна Ольга Валентинівна 

канд. філол. наук, доцент, доцент кафедри морської англійської мови

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

МЕТА НАВЧАННЯ МОРСЬКОЇ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ У ЗВО У КОНТЕКСТІ КОМПЕТЕНТНІСНОГО ПІДХОДУ

У роботі розглянуто мету навчання морської англійської мови у закладах вищої освіти в контексті компетентнісного підходу. Сучасний розвиток системи вищої освіти характеризується переосмисленням засад професійної підготовки майбутніх фахівців відповідно до потреб глобалізованого суспільства та міжнародного ринку праці. Особливо помітними ці процеси є у сфері морської освіти, де професійна діяльність безпосередньо пов'язана з міжнародною взаємодією, високим рівнем відповідальності та необхідністю забезпечення безпеки мореплавства. За таких умов англійська мова стає не лише засобом міжкультурного спілкування, а й важливим інструментом професійної діяльності моряків. Саме тому проблема визначення мети навчання морської англійської мови в умовах компетентнісного підходу набуває особливої актуальності.

Варто зазначити, що традиційна система мовної підготовки тривалий час була зорієнтована переважно на засвоєння граматичних правил, переклад професійних текстів та накопичення лексичного матеріалу. Проте сучасні вимоги морської галузі свідчать про недостатність такого підходу. За сучасних умов особливого значення набуває формування здатності майбутнього фахівця ефективно застосовувати англійську мову у реальних професійних ситуаціях. У зв'язку з цим компетентнісний підхід, який орієнтує освітній процес на результат діяльності здобувача освіти, виступає основою модернізації мовної підготовки у морських закладах вищої освіти.

Необхідність якісного володіння англійською мовою моряками визначається міжнародними нормативними документами. Зокрема, Міжнародна конвенція про підготовку і дипломування моряків та несення вахти (STCW) встановлює вимоги до професійної комунікації англійською мовою під час навігації, експлуатації судна, ведення документації та взаємодії

з міжнародними службами [1]. Крім того, Міжнародна морська організація розробила спеціальний курс Model Course 3.17 Maritime English, який визначає основні напрями викладання морської англійської мови та наголошує на необхідності практичної спрямованості мовної підготовки.

У контексті компетентнісного підходу мету навчання морської англійської мови доцільно розглядати комплексно [2]. Передусім йдеться про формування професійної іншомовної комунікативної компетентності майбутніх фахівців морської галузі. Це передбачає здатність здобувачів освіти ефективно здійснювати професійне спілкування англійською мовою в усній та письмовій формах відповідно до міжнародних стандартів морської комунікації. Майбутній судноводій має вміти вести радіообмін, передавати команди, повідомляти навігаційну інформацію, взаємодіяти з членами екіпажу та береговими службами, оформлювати професійну документацію й оперативно реагувати на нестандартні ситуації.

Крім того, суттєвим складником професійної підготовки є формування фахової компетентності засобами англійської мови. Морська англійська мова є інтегрованим компонентом професійної освіти, оскільки забезпечує доступ до міжнародної технічної документації, навігаційних інструкцій, правил безпеки, сучасних інформаційних систем та професійних стандартів. У зв'язку з цим мовна підготовка має бути безпосередньо пов'язана з майбутньою професійною діяльністю здобувачів освіти та орієнтована на формування готовності використовувати англійську мову як інструмент виконання службових обов'язків.

Водночас одним із ключових аспектів підготовки є формування професійно-термінологічної компетентності. Морська галузь характеризується високим рівнем стандартизації професійної лексики, а точність використання термінів безпосередньо впливає на ефективність і безпеку комунікації. Саме тому здобувачі освіти повинні не лише знати спеціальну лексику, а й вміти використовувати її у процесі професійної взаємодії. Особливого значення у цьому контексті набуває засвоєння стандартних фраз морської комунікації (SMCP), які забезпечують уніфіковану та однозначну комунікацію між моряками різних національностей [4].

Не менш важливою є соціокультурна складова професійної підготовки. У сучасному морському середовищі екіпажі суден здебільшого є багатонаціональними, що потребує від фахівців не лише мовної підготовки, а й здатності до міжкультурної взаємодії [3]. Майбутній моряк повинен володіти навичками толерантного професійного спілкування, розуміти

особливості комунікативної поведінки представників різних культур та вмінні ефективно працювати у міжнародному колективі. Таким чином, важливим результатом підготовки є формування міжкультурної компетентності, яка забезпечує успішну професійну адаптацію у глобальному морському просторі.

Особливої уваги потребує безпековий аспект мовної підготовки. У морській сфері помилки у комунікації можуть мати критичні наслідки, оскільки неправильне розуміння команд або неточне передавання інформації здатні спричинити аварійні ситуації, технічні пошкодження чи загрозу життю екіпажу. У зв'язку з цим пріоритетним завданням навчання є формування готовності майбутніх фахівців здійснювати професійну комунікацію чітко, логічно, оперативно та відповідально. Англійська мова у морській освіті фактично стає складовою системи забезпечення безпеки мореплавства [5].

Крім того, компетентнісний підхід передбачає формування здатності до самостійного професійного розвитку. Морська галузь динамічно змінюється під впливом цифровізації, автоматизації та оновлення міжнародних вимог. Відповідно, сучасний фахівець повинен бути готовим до постійного оновлення знань, роботи з новими англомовними ресурсами та професійного самовдосконалення впродовж усього життя. Отже, вагомого значення набуває розвиток автономності, самоосвітньої компетентності та здатності до безперервного навчання.

Слід підкреслити, що реалізація зазначених завдань потребує відповідного методичного забезпечення освітнього процесу. Традиційні репродуктивні методи навчання вже не можуть повною мірою забезпечити формування професійних компетентностей. Натомість особливої ефективності набувають комунікативні, інтерактивні та контекстні технології навчання, які моделюють реальні умови професійної діяльності. Доцільним є використання рольових ігор, ситуативних вправ, кейс-методу, тренажерів, симуляцій професійного спілкування, роботи з автентичними матеріалами та цифровими ресурсами. Саме такі методи дають змогу формувати здатність застосовувати мовні знання у практичній діяльності, що повністю відповідає сутності компетентнісного підходу.

Не менш важливим є питання оцінювання результатів навчання. У межах компетентнісного підходу перевіряється не лише рівень засвоєння мовного матеріалу, а насамперед здатність здобувача освіти використовувати англійську мову у професійних ситуаціях. Тому ефективними формами контролю виступають моделювання професійного спілкування, тестування навичок аудіювання радіообміну, виконання ситуативних завдань, підготовка

професійної документації та оцінювання здатності діяти в умовах, максимально наближених до реальної морської практики.

Таким чином, навчання морської англійської мови у закладах вищої освіти в умовах компетентнісного підходу має комплексний і професійно орієнтований характер. Його основною метою є формування іншомовної комунікативної компетентності, професійної готовності до міжнародної взаємодії, навичок безпечної комунікації, міжкультурної взаємодії та здатності до безперервного професійного розвитку. Отже, сучасна система мовної підготовки має бути спрямована не лише на оволодіння англійською мовою як навчальною дисципліною, а насамперед на формування конкурентоспроможного фахівця, здатного ефективно функціонувати у міжнародному морському середовищі відповідно до вимог світової морської індустрії.

Список використаних джерел:

1. Верховна Рада України (1996). *Про приєднання до Міжнародної конвенції про підготовку і дипломування моряків та несення вахти*. № 464/96-ВР. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_053#.
2. Волошинов, С. А. (2019). Структура професійної компетентності майбутнього морського фахівця. *Молодь і ринок*, 7 (174), 147–153. <https://doi.org/10.24919/2308-4634.2019.167400>.
3. Желясков, В. Я. (2019). Морська англійська мова як засіб ведення професійної комунікативної взаємодії судноводіїв. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*, 174, 101-104.
4. Кудрявцева, В. Ф. & Швецова, І. В. (2019). Стандартні фрази для спілкування в морі як навчальна потреба. *Педагогічні науки*, 88, 104–109. <https://doi.org/10.32999/ksu2413-1865/2019-88-17>.
5. Тіщенко, О. (2021). Морська англійська мова в забезпеченні безпеки мореплавства. *Наукові записки Бердянського державного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки*, 1, 346-353.

Цісар Дмитро В'ячеславович 

доктор філософії в галузі права,
начальник наукового відділу супроводження
виховання доброчесності та впровадження передового досвіду у сфері
запобігання корупції, наукового центру проблем виховання доброчесності
та запобігання корупції у секторі безпеки та оборони
Національний університет оборони України, Україна

ПЕРІОДИЗАЦІЯ ПАТРІОТИЧНОГО ВИХОВАННЯ В УКРАЇНІ У ХХ-ХХІ СТОЛІТТЯХ: СУЧАСНИЙ СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

Для кожної країни у світі з метою збереження своєї ідентичності, територіальної цілісності та незалежності визначальною є національна ідеологія патріотичного виховання свого народу, своїх воїнів. Це стратегічний базис національної безпеки та основа розвитку будь-якої держави. Український досвід не є винятком та охоплює низку окремих періодів у ХХ-ХХІ століттях.

Розглядаючи сутність патріотизму, Ю. В. Каменюк трактує це явище як соціально-історичне, що є чинником, який визначає соціальну сутність людства. Протягом століть патріотизм виконував важливу інтеграційну функцію, об'єднуючи народ (народи), держави в боротьбі із зовнішньою агресією [1, с. 34]. Водночас О. О. Пашкова зазначає, що патріотичне виховання на теренах України свідчить, що його зміст та форми залежали від політики державного керівництва – звернення до національних традицій у часи боротьби за незалежність, нівелювання національного чинника у період перебування у складі інших держав, особливо імперій [2, с. 120].

Так, В. Й. Кульчицький досліджуючи розвиток патріотичного виховання в Україні окреслює дві взаємопротилежні історичні епохи – радянську і добу незалежності України. У межах радянської епохи (1945–1991 рр.) окремо виділено два періоди: перший період (1945–1964 рр.) – ідеологічно-організаційний та другий період (1965–1991 рр.) – суспільно-пропагандистський. У межах доби незалежності України (1991–2019 рр.) науковець поділяє патріотичне виховання на субперіоди: перший (1991–2013 рр.) – урахування надбань української культури, гуманістичної педагогіки; повернення історичної пам'яті; популяризація правди про національно-визвольну боротьбу українського народу; демократизація освіти та виховання. Другий субперіод (2014–2019 рр.) – активізація процесів

патріотичного виховання, пов'язана з внутрішньо- і зовнішньополітичними подіями, перехід від регіональних програм розбудови національної системи виховання до реформ державного рівня [3, с. 100-101]. Однак у період незалежності, в окремих регіонах країни, було помітне прагнення до наслідування радянських зразків у практиці патріотичного виховання та пошуку «канонів» у наукових і публіцистичних працях педагогів минулого, «радянськість» педагогічної лексики в наукових дослідженнях і практичній діяльності [4, с. 14].

Слід зазначити, що російське повномасштабне військово вторгнення на територію України у 2022 році зумовило перехід патріотичного виховання у третій субперіод (2022 рік по теперішній час) – розвиток військово-патріотичного виховання в умовах активної фази російсько-української війни та інтеграція військових цінностей у систему патріотичного виховання молоді [5, с. 4-5]. Цей субперіод став етапом максимальної інтенсифікації та пріоритетності патріотичного виховання. В умовах екзистенційної війни за виживання нації, патріотична робота набула критичного значення, ставши невід'ємною складовою бойової готовності. Зміст виховання сьогодні спрямований на формування найвищого рівня мотивації, психологічної стійкості та ціннісних орієнтирів, що відповідають масштабу загроз та героїзму боротьби українського народу.

Отже, розглянута періодизація дає змогу більш об'єктивно простежити динаміку становлення та розвитку патріотичного виховання на теренах України у ХХ-ХХІ століттях. Водночас перебіг російсько-української війни та її майбутні результати створюють передумови для подальшого виокремлення нового, четвертого субперіоду розвитку патріотичного виховання, зміст якого, імовірно, буде пов'язаний із переосмисленням бойового досвіду, посиленням ролі ветеранів, інтеграцією військових цінностей в освітній простір та формуванням культури національної стійкості.

Список використаних джерел:

1. Каменюк Ю. В. Психологічні чинники формування патріотизму особистості військовослужбовця у Збройних Силах України : дис. ... д-ра філософії : 053 Психологія. Київ, 2021. 269 с.
2. Пашкова О. О. Військово-патріотичне виховання курсантів вищих військових навчальних закладів України (1991–2019) : дис. ... канд. іст. наук : 20.02.22. Київ, 2021. 312 с.
3. Кульчицький В. Й. Теорія і практика патріотичного виховання в школах України (1945-2019 рр.) : дис. ... д-ра пед. наук. 13.00.01. Дрогобич; Тернопіль, 2020. 490 с.
4. Кульчицький В. Й. Теорія і практика патріотичного виховання в школах України (1945-2019 рр.) : автореф. дис. ... д-ра пед. наук. 13.00.01. Дрогобич; Тернопіль, 2020. 39 с.
5. Ковба М. В. Військово-патріотичне виховання старшокласників у системі освіти України (перша чверть ХХІ ст.) : дис. ... д-ра філософії : 011 Освітні, педагогічні науки. Дрогобич, 2024. 304 с.

SECTION 16.

PSYCHOLOGY AND PSYCHIATRY

Апельт Галина Василівна 

канд. психол. наук, доцент кафедри іноземних мов і країнознавства
Факультет туризму

Карпатський національний університет імені Василя Стефаника, Україна

Івашина Варвара Олександрівна

студентка 2 курсу, ступеня бакалавр, спеціальності 242 «Туризм та рекреація»

Карпатський національний університет імені Василя Стефаника, Україна

ГЕНДЕРНІ ОСОБЛИВОСТІ ЛІДЕРСТВА В БІЗНЕС-СЕРЕДОВИЩІ

Проблематика гендерних особливостей лідерства в бізнес-середовищі є однією з найактуальніших у сучасних соціально-економічних дослідженнях. Упродовж тривалого часу керівні посади в компаніях переважно обіймали чоловіки, що зумовлювалося історичними, культурними та соціальними чинниками. Проте в умовах глобалізації, демократизації суспільства та розвитку корпоративної культури дедалі більше жінок займають управлінські позиції, демонструючи ефективні моделі лідерства та нові підходи до організації бізнес-процесів [1].

Поняття лідерства в науковій літературі трактується як здатність особи впливати на інших задля досягнення спільної мети, формувати бачення розвитку організації та мотивувати колектив до результативної діяльності. Згідно з дослідженнями американського психолога Бернарда Баса, ефективне лідерство пов'язане не лише з формальною владою, а й із вмінням надихати, підтримувати та розвивати підлеглих [2]. У цьому контексті гендер розглядається не як біологічна характеристика, а як соціокультурний чинник, що впливає на стиль управління, комунікацію та прийняття рішень.

Дослідження свідчать, що чоловіки та жінки часто демонструють різні управлінські підходи. Чоловіче лідерство традиційно асоціюється з авторитарністю, орієнтацією на результат, конкурентністю та стратегічним мисленням. Такий стиль передбачає чітку ієрархію, жорсткий контроль і концентрацію на досягненні показників ефективності. Водночас жіноче лідерство частіше характеризується демократичністю, емпатією, увагою до міжособистісних відносин та командної роботи. Жінки-керівниці схильні до

співпраці, відкритого обговорення проблем і підтримки сприятливого психологічного клімату в колективі [1].

Однак сучасні дослідники наголошують, що такі відмінності не є абсолютними. Вони формуються під впливом соціальних очікувань і гендерних стереотипів. Наприклад, жінки-лідерки часто стикаються з подвійними стандартами: від них очікують одночасно м'якості й рішучості, турботливості та жорсткості. Подібні суперечливі вимоги можуть ускладнювати кар'єрне зростання та впливати на сприйняття їхнього професіоналізму [3].

Варто зазначити, що в умовах сучасного бізнесу дедалі більшої популярності набуває трансформаційний стиль лідерства, який поєднує стратегічне бачення, емоційний інтелект та орієнтацію на розвиток персоналу. Саме цей стиль часто демонструють жінки-керівниці, хоча він не є виключно «жіночим». Ефективність такого підходу підтверджується практикою провідних міжнародних компаній.

Наприклад, керівництво таких корпорацій, як General Motors та PepsiCo, очолювали жінки, які впроваджували інноваційні управлінські рішення та приділяли значну увагу корпоративній культурі й соціальній відповідальності бізнесу [4].

Гендерна різноманітність у керівництві позитивно впливає на розвиток компаній. Дослідження міжнародних консалтингових організацій доводять, що підприємства з більш збалансованим представництвом чоловіків і жінок у вищому менеджменті демонструють кращі фінансові результати та вищий рівень інноваційності. Це пояснюється поєднанням різних управлінських стилів, ширшим спектром ідей та більш зваженим прийняттям рішень [5].

Разом із тим проблема гендерної нерівності залишається актуальною. Жінки й надалі рідше обіймають посади генеральних директорів, членів наглядових рад або власників великих підприємств. Причинами цього є як об'єктивні фактори (поєднання професійної діяльності з сімейними обов'язками), так і суб'єктивні — упередження, обмежений доступ до неформальних бізнес-мереж. Подолання цих бар'єрів потребує системних змін: впровадження політики рівних можливостей, програм менторства, розвитку лідерських компетенцій незалежно від статі [3].

В українському бізнес-середовищі також спостерігається поступове зростання ролі жінок у керівництві компаніями. Активізація жіночого підприємництва, участь у міжнародних проєктах і підтримка з боку державних та громадських ініціатив сприяють формуванню нової культури управління, заснованої на партнерстві та взаємній повазі [1]. Водночас подальший

розвиток гендерної рівності потребує зміни суспільних установок і формування толерантного ставлення до різних моделей лідерства.

Отже, гендерні особливості лідерства в бізнес-середовищі проявляються насамперед у стилі управління, комунікації та мотивації персоналу. Проте сучасна практика доводить, що ефективність керівника визначається не статтю, а рівнем професійної компетентності, емоційним інтелектом, стратегічним мисленням і здатністю адаптуватися до змін. Оптимальною для розвитку компанії є модель інклюзивного лідерства, яка поєднує найкращі риси різних управлінських підходів та забезпечує рівні можливості для реалізації потенціалу кожної особистості.

Список використаних джерел:

1. Catalyst. *Women in Leadership: Why Gender Diversity Matters*. New York: Catalyst, 2022.
2. Bass B. M. *Leadership and Performance Beyond Expectations*. New York: Free Press, 2021 (reprint edition).
3. European Institute for Gender Equality. *Gender Equality Index 2023: Work and Leadership*. Luxembourg: Publications Office of the EU, 2023.
4. Harvard Business Review. *Transformational Leadership and Gender in Modern Organizations*. Boston: HBR Press, 2022.
5. McKinsey & Company. *Diversity Wins: How Inclusion Matters*. New York: McKinsey Global Institute, 2021.

Салиган Оксана Сергіївна

здобувачка вищої освіти факультету адвокатури та антикорупційної діяльності
Національний університет «Одеська Юридична академія», Україна

Науковий керівник: Ташматов Вячеслав Абдуллайович

канд. психол. наук, доцент
Національний університет «Одеська Юридична академія», Україна

ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА МЕНТАЛЬНЕ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ

***Ключові слова:** ментальне здоров'я, воєнні дії, населення України, посттравматичний стресовий розлад, ПТСР, депресія, тривожні розлади, психосоціальна допомога, результативність, психологічна підтримка, війна, психічне благополуччя, психічні розлади, ветерани, переселенці, біженці, психотерапія, психічне здоров'я молоді, стрес, адаптація.*

Повномасштабна збройна агресія російської федерації проти України, що триває з 24 лютого 2022 року, спричинила безпрецедентні виклики для ментального здоров'я населення нашої держави. Війна як комплексний стресогенний чинник впливає не лише на тих, хто безпосередньо опинився в зоні бойових дій, а й на цивільне населення, внутрішньо переміщених осіб, біженців за кордоном та родини військовослужбовців. Як зазначає Л. М. Карамушка, однією із важливих проблем в період війни є проблема підтримки та збереження психічного здоров'я особистості, що потребує осмислення цієї проблеми, здійснення аналізу наявних інформаційних ресурсів та власного життєвого й професійного досвіду для виділення найбільш актуальних проблем психічного здоров'я, з якими ми зустрілися після початку агресивної війни рф проти України [1, с. 4].

Поняття ментального здоров'я визначається Всесвітньою організацією охорони здоров'я як стан благополуччя, при якому людина усвідомлює свої здібності, може долати звичайні життєві стреси, працювати продуктивно та робити внесок у своє суспільство. Як зазначає Л. М. Карамушка, психічне здоров'я є фундаментальною основою для нашої колективної та індивідуальної здатності мислити, переживати емоції та взаємодіяти один з одним, заробляти на життя й насолоджуватися ним, тому психічне здоров'я розглядається як життєво важлива проблема для індивідів, громад та суспільства у всьому світі [1, с. 7]. Війна порушує всі ці компоненти, що проявляється у зростанні поширеності тривожних розладів, депресії, посттравматичного стресового розладу (ПТСР), безсоння, агресивної

поведінки та суїцидальних думок серед різних категорій населення.

Особливо вразливою категорією щодо впливу воєнних дій на ментальне здоров'я є військовослужбовці. Як обґрунтовує Н. Коструба, дослідження психічного здоров'я військових часто концентрують увагу на посттравматичному стресовому розладі (ПТСР), однак у наукових працях підкреслюється стійкий взаємозв'язок між ПТСР і підвищеними ризиками фізичних проблем зі здоров'ям, вживання чи зловживання психоактивними речовинами, самогубств, бездомності та агресії і насильства для ветеранів [2, с. 120]. Дослідниця визначає шість основних вимірів стресу виконання військових операцій: ізольованість, двозначність, безсилля, нудьга та небезпека, а також робоче навантаження [2, с. 123]. Принциповою новелою сучасної війни є те, що з розвитком технологій весь військовий персонал залишається під постійною загрозою атаки, якщо раніше вважалось, що найбільш травматичним є перебування на «передовій» [2, с. 125].

Війна неоднаково впливає на різні категорії цивільного населення. Як обґрунтовує Л. М. Карамушка, особливості психічного здоров'я можна виокремити для таких основних категорій населення: осіб, які виїхали з територій активних бойових дій в інші регіони України («внутрішніх» вимушених переселенців); осіб, які виїхали за кордон («зовнішніх» вимушених переселенців); осіб, що залишилися в зонах активних бойових дій; жителів тимчасово окупованих територій; родин військовослужбовців, які перебувають на фронті [1, с. 9]. Особливо вразливою категорією є молодь. Як зазначає В. Соколовська, психічне здоров'я молоді під час війни набуває критичного значення через гострий вплив травматичних подій, таких як військові дії, втрати близьких, вимушена міграція та загальна нестабільність, причому за даними досліджень війна створює надзвичайні стресові умови, які підвищують ризик розвитку психічних розладів, серед яких ПТСР, тривожність та депресія [3, с. 1].

Серед основних психічних розладів, поширеність яких суттєво зросла внаслідок війни, виокремлюються посттравматичний стресовий розлад, депресивні стани, тривожні розлади, гостра реакція на стрес, розлади адаптації та соматоформні розлади. Як обґрунтовує Л. М. Карамушка, в умовах війни значна частина опитуваних зустрілась з різними виявами гострого стресу, причому дві третини опитаних (67,1%) пережили страх, майже половина пережила паніку (47,0%), трохи менше третини пережили шок (30,9%), а незначна частина переживала апатію і депресію (15,4%) [1, с. 13]. Як констатують С. Хаджирадева та М. Тодорова, в Україні зафіксовано низьку достовірність медичної статистики щодо випадків захворюваності та

поширеності, зокрема і станів, що пов'язані з психосоматичними розладами, причому виявлено щорічний ріст амбулаторного споживання антидепресантів, що стало однією з основних причин структурних змін у наданні психічної допомоги населенню України [4, с. 211].

Подолання наслідків впливу воєнних дій на ментальне здоров'я населення України потребує системного підходу. Як обґрунтовують С. Хаджирадєва та М. Тодорова, важливим є більш широкий розвиток системи надання психосоціальної допомоги населенню мультидисциплінарними командами у складі лікаря-психіатра, психолога, соціального працівника, реабілітолога та інших фахівців, причому координацію інтегрованої роботи в такій команді здійснює фахівець, допомога якого є першочерговою на поточний момент залежно від потреб пацієнта [4, с. 208]. На державному рівні принциповою новелою стало створення під егідою дружини Президента Олени Зеленської Національної програми психічного здоров'я та психосоціальної підтримки населення, що охоплює питання підготовки психологів та психотерапевтів, сімейних лікарів, соціальних працівників, освітян швидким методикам психологічної підтримки населення [4, с. 207]. За даними проведеного дослідження, 61% респондентів зазначили про необхідність у психосоціальній підтримці, причому 16% констатували факт того, що самотійно стабілізувати свій психологічний стан не можуть та потребують медичної допомоги [4, с. 214].

Особливе значення в подоланні наслідків впливу війни на ментальне здоров'я має розвиток психологічної стійкості (резильєнтності). Як зазначається у наукових дослідженнях, резильєнтність виступає важливим чинником збереження психічного здоров'я та профілактики емоційного вигорання [5, с. 36]. О. А. Чиханцова обґрунтовує, що резильєнтність може змінюватися залежно від життєвого досвіду, соціального оточення та індивідуальних особливостей особистості, причому успішне подолання труднощів, підтримка з боку близьких людей та позитивний досвід вирішення проблем сприяють її зміцненню, тоді як хронічний стрес, відсутність соціальної підтримки та негативні життєві події можуть знижувати рівень психологічної стійкості [5, с. 38]. Як зазначає В. Содолєвська, серед сучасних психотерапевтичних підходів ефективними є травмофокусована когнітивно-поведінкова терапія (TF-CBT), програма усвідомленого зниження стресу (MBSR) та групова терапія, спрямована на розвиток стійкості (RBG-T), які демонструють позитивні результати у роботі з молоддю, що пережила травматичні події війни [3, с. 2].

Підсумовуючи проведене дослідження, можна стверджувати, що воєнні

дії здійснюють масштабний негативний вплив на ментальне здоров'я населення України, проявляючись у зростанні поширеності ПТСР, депресії, тривожних розладів та інших психічних порушень серед усіх категорій населення – військовослужбовців, цивільних, переселенців, молоді, дітей. Як обґрунтовано наголошує Л. М. Карамушка, психічне здоров'я особистості в умовах війни включає такі основні складові: здатність справлятися з повсякденними стресами життя в умовах війни; здатність налагоджувати стосунки з людьми в умовах війни; здатність ефективно працювати на допомогу своїй організації, громаді та суспільству в умовах війни; здатність реалізувати свої здібності в умовах війни [1, с. 11]. Перспективними напрямками вдосконалення є подальший розвиток системи мультидисциплінарної психосоціальної допомоги, впровадження сучасних науково обґрунтованих психотерапевтичних методик, посилення підготовки спеціалістів у сфері психічного здоров'я, а також формування культури звернення за психологічною допомогою через подолання стигматизації психічних розладів у суспільстві.

Список використаних джерел:

1. Карамушка Л. М. Психічне здоров'я особистості під час війни: як його зберегти та підтримати : методичні рекомендації. Київ : Інститут психології імені Г. С. Костюка НАПН України, 2022. 52 с. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/730974/>.
2. Коструба Н. Психічне здоров'я військовослужбовців. Психологічні перспективи. 2023. № 41. С. 120–132. DOI: <https://doi.org/10.29038/2227-1376-2023-41-kos>.
3. Содолевська В. Вплив війни на психічне здоров'я молоді: роль резильєнсу та психологічних інтервенцій. Психосоматична медицина та загальна практика. 2024. Т. 9, № 3. С. 1–14. DOI: <https://doi.org/10.26766/pmgrp.v9i3.532>.
4. Хаджирадева С., Тодорова М. Актуалізація проблем психосоціальної допомоги населенню України в умовах війни. Публічне управління та регіональний розвиток. 2023. № 19. С. 199–219. DOI: <https://doi.org/10.34132/pard2023.19.10>.
5. Чиханцова О. А. Розвиток резильєнтності особистості в ситуаціях невизначеності. Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія : Психологія. 2023. Т. 34(73), № 1. С. 35–40. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/sntnvusp_2023_34%2873%29_1_9.

Спичак К.А.

студентка 2-го курсу
факультету адвокатури та антикорупційної діяльності
Національнмй університет «Одеська Юридична академія», Україна

Науковий керівник: Ташматов В.А.

канд. психол. наук, доцент кафедри психології
Національнмй університет «Одеська Юридична академія», Україна

ПСИХОЛОГІЧНА СТІЙКІСТЬ (РЕЗИЛЬЄНТНІСТЬ) ЯК НАВИЧКА ВИЖИВАННЯ

Ключові слова: психологічна стійкість, резильєнтність, стрес, адаптація, копінг-стратегії, емоційна регуляція, психічне здоров'я, життєві труднощі, внутрішні ресурси особистості, смисложиттєві орієнтації, стресостійкість, психологічна адаптація, соціальна підтримка, особистісні ресурси, розвиток особистості, навичка виживання, кризові ситуації, саморегуляція, життєстійкість, психологічна витривалість.

У сучасних умовах соціальної нестабільності, воєнних викликів та постійних змін особливої актуальності набуває поняття психологічної стійкості або резильєнтності. Ця характеристика особистості розглядається як здатність людини ефективно адаптуватися до стресових ситуацій, відновлюватися після труднощів та зберігати психічну рівновагу навіть за умов високого емоційного навантаження. Резильєнтність сьогодні дедалі частіше розуміють не лише як вроджену якість, а як навичку, яку можна формувати та розвивати протягом життя, що робить її важливим ресурсом “психологічного виживання” особистості у складних життєвих обставинах [2, с. 26].

У психологічній науці резильєнтність трактується як багатовимірний феномен, що включає когнітивні, емоційні та поведінкові компоненти. Вона проявляється у здатності людини не лише витримувати стрес, але й інтегрувати негативний досвід у власну життєву історію без руйнівних наслідків для особистості. Дослідники підкреслюють, що резильєнтність пов'язана з наявністю внутрішніх ресурсів особистості, таких як оптимізм, самоконтроль, гнучкість мислення та усвідомлення життєвих смислів [1, с. 124]. Саме ці характеристики дозволяють людині не “ламатися” під впливом труднощів, а адаптуватися до нових умов і продовжувати функціонувати ефективно.

Важливо розуміти, що психологічна стійкість не означає відсутність стресу чи емоційних переживань. Навпаки, вона передбачає здатність

проживати складні емоції, не витісняючи їх, але при цьому зберігати внутрішню рівновагу та здатність до дії. У цьому контексті резильєнтність можна розглядати як своєрідну “психологічну амортизаційну систему”, яка пом’якшує вплив стресових факторів і допомагає особистості відновлюватися після кризових подій. Саме тому її часто описують як навичку виживання у широкому психологічному сенсі цього поняття [3, с. 33].

Особливого значення резильєнтність набуває в умовах сучасних суспільних викликів, зокрема воєнних дій, економічної нестабільності та високого рівня невизначеності. У таких умовах людина щодня стикається з ситуаціями, які перевищують її звичні адаптаційні можливості. Відповідно, саме психологічна стійкість стає тим ресурсом, який дозволяє зберігати працездатність, приймати адекватні рішення та підтримувати соціальні зв’язки. Як зазначається у наукових дослідженнях, резильєнтність виступає важливим чинником збереження психічного здоров’я та профілактики емоційного вигорання [5, с. 36].

Структурно резильєнтність включає кілька ключових компонентів. Першим є когнітивний компонент, який передбачає здатність людини переосмислювати складні ситуації, знаходити альтернативні варіанти їх вирішення та формувати конструктивне мислення. Другим є емоційний компонент, що проявляється у здатності регулювати власні емоції, знижувати рівень тривожності та підтримувати емоційну стабільність. Третім є поведінковий компонент, який включає активні дії, спрямовані на подолання труднощів та адаптацію до нових умов [2, с. 40].

Окрему роль у формуванні резильєнтності відіграють смисложиттєві орієнтації особистості. Людина, яка має чітко сформовані життєві цілі, цінності та уявлення про майбутнє, значно легше долає кризові ситуації. Наявність сенсу життя виступає внутрішнім “якорем”, який утримує особистість у стані психологічної рівноваги навіть за умов сильного стресу. Дослідження показують, що саме смислова насиченість життя є одним із найважливіших ресурсів розвитку психологічної стійкості [1, с. 128].

Варто також зазначити, що резильєнтність не є статичною характеристикою. Вона може змінюватися залежно від життєвого досвіду, соціального оточення та індивідуальних особливостей особистості. Успішне подолання труднощів, підтримка з боку близьких людей, позитивний досвід вирішення проблем сприяють її зміцненню. Натомість хронічний стрес, відсутність соціальної підтримки та негативні життєві події можуть знижувати рівень психологічної стійкості [5, с. 38].

У сучасній психології все більше уваги приділяється практичним

аспектам розвитку резильєнтності. Зокрема, ефективними вважаються техніки когнітивної переоцінки ситуацій, розвиток навичок емоційної саморегуляції, практики усвідомленості (mindfulness), а також формування підтримувального соціального середовища. Важливим є також розвиток навичок самопідтримки, які дозволяють людині самостійно відновлювати внутрішній баланс після стресових подій [3, с. 41].

Окремо слід підкреслити значення соціального аспекту резильєнтності. Людина не існує ізольовано, тому її психологічна стійкість значною мірою залежить від якості міжособистісних відносин. Підтримка сім'ї, друзів, колег або соціальних груп значно підвищує здатність особистості долати труднощі. У цьому контексті резильєнтність можна розглядати не лише як індивідуальну, але й як соціально зумовлену характеристику [4, с. 76].

Таким чином, психологічна стійкість (резильєнтність) виступає важливою навичкою виживання в умовах сучасного світу. Вона забезпечує здатність особистості адаптуватися до стресу, відновлювати внутрішню рівновагу та зберігати ефективність діяльності навіть у кризових ситуаціях. Резильєнтність формується на основі взаємодії внутрішніх ресурсів особистості та зовнішніх соціальних умов, що робить її динамічним і розвивальним психологічним конструктом. Її розвиток є важливою умовою збереження психічного здоров'я, підвищення якості життя та успішної адаптації людини у складному та мінливому світі.

Список використаних джерел:

1. Бозоян М. А. Смысловиттєві орієнтації та резильєнтність особистості як її ресурсні характеристики у сучасному соціумі. *Теоретичні і прикладні проблеми психології та соціальної роботи*. 2021. № 3(1). С. 122-133. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Tippp_2021_3\(1\)_14](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Tippp_2021_3(1)_14)
2. Лазос Г. П. Резильєнтність: концептуалізація понять, огляд сучасних досліджень. Актуальні проблеми психології. Том 3.: Консультативна психологія і психотерапія. Вип. 14. Інститут психології імені Г. С. Костюка НАПН України; Вінниця, ФОП Рогальська І. О., 2018. С. 26 – 64.
3. Соловей-Лагода О. А. Резильєнтність особистості: поняття, моделі та техніки плекання. *Вісник Донецького національного університету імені Василя Стуса*. Серія Психологічні науки. 2023. № 2(3). С. 32–44. <https://jvestnik-psychological.donnu.edu.ua/article/view/16431>
4. Пирожков С. І. Національна стійкість (резильєнтність) країни: стратегія і тактика випередження гібридних загроз. *Вісник Національної академії наук України*. 2021. № 8. С. 74-82. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vnanu_2021_8_11
5. Чиханцова О. А. Розвиток резильєнтності особистості в ситуаціях невизначеності. *Вчені записки Таверійського національного університету імені В. І. Вернадського*. Серія : Психологія. 2023. Т. 34(73), № 1. С. 35-40. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/sntnvusp_2023_34%2873%29_1_9

SECTION 17.

MEDICAL SCIENCES AND PUBLIC HEALTH

Efendi Shelale Oktay

OKI hospital, Republic of Azerbaijan

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN CARDIOLOGY: NEW OPPORTUNITIES FOR EARLY DIAGNOSIS AND CLINICAL DECISION-MAKING

Abstract. Cardiovascular diseases remain one of the most serious global public health challenges and continue to be the leading cause of death worldwide. According to the World Health Organization, an estimated 19.8 million people died from cardiovascular diseases in 2022, demonstrating the persistent clinical, social and economic significance of this group of diseases [1]. In recent years, artificial intelligence has become one of the most promising technological directions in modern cardiology. Its application creates new opportunities for early diagnosis, cardiovascular risk prediction, electrocardiographic interpretation, medical imaging analysis, remote monitoring and clinical decision support. The purpose of this article is to analyze the opportunities and limitations of artificial intelligence in cardiology, with particular attention to early diagnosis and clinical decision-making. The article examines AI applications in electrocardiography, cardiovascular imaging, risk stratification, arrhythmia detection, heart failure prediction and personalized prevention. Special attention is paid to ethical and organizational challenges, including data quality, algorithmic bias, clinical validation, patient privacy and physician responsibility. The article argues that AI should be considered not a substitute for cardiologists, but an advanced decision-support instrument that strengthens clinical reasoning and supports patient-centered cardiovascular care.

Keywords: artificial intelligence, cardiology, cardiovascular diseases, early diagnosis, clinical decision support, electrocardiography, cardiovascular imaging, personalized medicine.

Introduction

Cardiology is one of the most rapidly developing fields of contemporary medicine. The increasing prevalence of cardiovascular diseases, population aging and the growing burden of arterial hypertension, diabetes mellitus, obesity and metabolic disorders have made cardiovascular prevention, diagnosis and treatment a priority for healthcare systems worldwide. Despite significant progress in pharmacotherapy, interventional cardiology, cardiac surgery and preventive medicine, cardiovascular diseases continue to represent the leading cause of death globally [1].

The development of modern cardiology is closely connected with technological innovation. Digital health, telemedicine, wearable devices, big data analytics and artificial intelligence are increasingly influencing the way

cardiovascular diseases are detected, monitored and treated. The European Society of Cardiology emphasizes that digital health and artificial intelligence are becoming essential components of contemporary cardiovascular medicine and are transforming diagnostic, therapeutic and organizational processes in clinical practice [2].

Artificial intelligence in cardiology refers to computational systems capable of performing tasks that traditionally require human intelligence, including pattern recognition, prediction, classification, image interpretation, risk assessment and decision support. Machine learning and deep learning algorithms can analyze electrocardiograms, echocardiographic images, cardiac magnetic resonance imaging, computed tomography scans, laboratory indicators, electronic health records and wearable device data. The purpose of this article is to examine the main opportunities and challenges associated with the application of AI in cardiology, with a focus on early diagnosis and clinical decision-making.

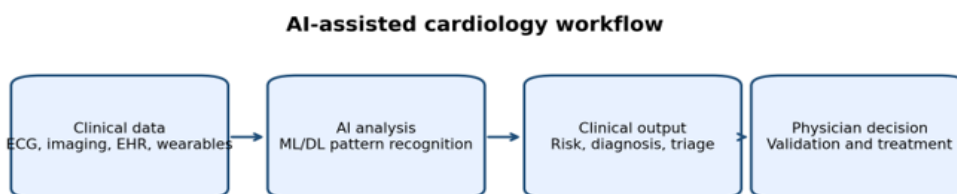


Fig. 1. **General workflow of AI-assisted cardiology**

1. Cardiovascular Disease Burden and the Need for Technological Innovation

Cardiovascular diseases include coronary artery disease, cerebrovascular disease, heart failure, peripheral arterial disease, rheumatic heart disease, congenital heart disorders and rhythm disturbances. They continue to impose a heavy burden on healthcare systems, national economies and social welfare structures. The WHO estimate that cardiovascular diseases accounted for approximately 32% of all global deaths in 2022 clearly demonstrates that this is not only a medical problem, but also a major public health and socioeconomic challenge [1].

The burden of cardiovascular diseases is strongly associated with demographic and lifestyle-related factors such as aging, urbanization, physical inactivity, unhealthy diet, tobacco use, obesity, diabetes mellitus, arterial hypertension and dyslipidemia. Many of these factors are modifiable; therefore, timely prevention and early diagnosis can significantly reduce morbidity and mortality. However, in many cases, cardiovascular diseases remain clinically silent and are diagnosed only after severe complications such as myocardial infarction, stroke, acute heart failure or

sudden cardiac death.

Traditional cardiological diagnostics remain fundamental, but a single patient may now generate large volumes of heterogeneous information: symptoms, vital signs, ECGs, laboratory results, imaging data, medication history and wearable device data. The interpretation of such multidimensional data requires not only medical expertise, but also advanced analytical tools. AI systems can process large datasets, detect hidden patterns, classify clinical conditions, predict future risks and support decision-making [2].

2. Artificial Intelligence as a Transformative Tool in Cardiology

Artificial intelligence is a broad concept that includes machine learning, deep learning, natural language processing, computer vision and predictive analytics. In cardiology, AI is particularly relevant because cardiovascular medicine depends heavily on measurable physiological signals, imaging data and risk prediction models. This makes cardiology one of the most suitable medical specialties for practical AI implementation.

The transformative potential of AI can be observed in four major areas. First, it can improve diagnostic accuracy by detecting subtle abnormalities that are difficult to recognize by visual inspection alone. Second, it can improve efficiency by reducing the time required for interpretation and reporting. Third, it can support risk prediction by estimating the probability of future events such as myocardial infarction, stroke, arrhythmia, hospitalization or death. Fourth, it can contribute to personalized medicine by helping physicians select the most appropriate diagnostic and therapeutic strategy for each patient.

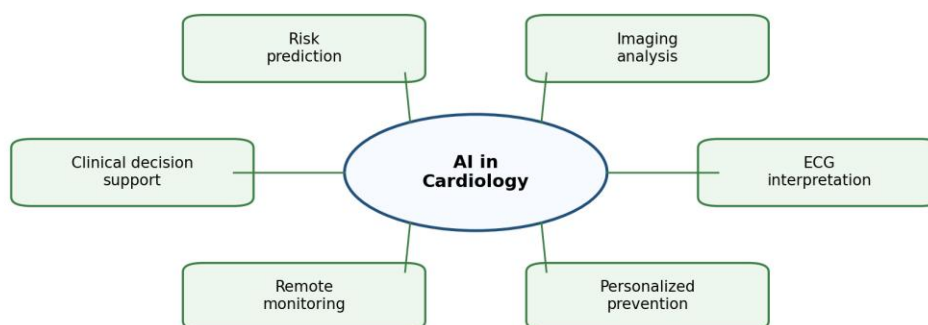


Fig. 2. Main application areas of artificial intelligence in cardiology

Clinical decision support is one of the most important applications of AI in cardiovascular medicine. Cardiologists frequently make decisions under uncertainty

and must integrate symptoms, examination findings, ECG results, imaging data, biomarkers, comorbidities and guideline recommendations. AI-based clinical decision support systems can assist by integrating multiple data sources and generating risk-based recommendations [4]. The conceptual importance of AI-based decision support has also been highlighted in modern military management systems, where rapid data processing, risk assessment and decision optimization are strategically significant [5].

3. AI-Based Early Diagnosis in Cardiology

Early diagnosis is one of the most important goals of modern cardiology. Coronary artery disease may develop over many years before angina or myocardial infarction occurs. Atrial fibrillation may be paroxysmal and clinically silent until it causes an ischemic stroke. Left ventricular systolic dysfunction may remain undetected before symptoms of heart failure appear. Therefore, the ability to detect early or hidden cardiovascular abnormalities is crucial for prevention and timely treatment.

AI can improve early diagnosis by analyzing data that may contain subtle signals of disease. Deep learning models can analyze thousands of variables within an ECG signal and detect associations with structural heart disease, arrhythmia risk or future cardiovascular events. AI-enabled ECG algorithms have shown potential in detecting left ventricular dysfunction and early heart failure before obvious clinical symptoms appear. The European Society of Cardiology reported that an AI-enabled ECG algorithm demonstrated good performance in the early detection of heart failure, highlighting the potential of such tools to expand access to early diagnosis [3].

AI may also support the detection of atrial fibrillation and coronary artery disease. AI-based analysis of ECG data, Holter monitoring, wearable devices and smartwatch recordings can improve the identification of rhythm abnormalities and allow earlier preventive treatment when clinically indicated. Machine learning models may also integrate symptoms, risk factors, laboratory data and imaging findings to estimate the probability of obstructive coronary disease or future cardiac events. Nevertheless, AI-based screening systems must be clinically validated and interpreted by physicians to avoid overdiagnosis, false-positive results and unnecessary anxiety.

4. Artificial Intelligence in Electrocardiographic Analysis

Electrocardiography is one of the most widely used diagnostic methods in cardiology. It is inexpensive, non-invasive, accessible and clinically informative. ECG is used for the diagnosis of arrhythmias, myocardial ischemia, conduction

disorders, electrolyte abnormalities, ventricular hypertrophy and other cardiovascular conditions. Because ECG data are digital and signal-based, they are highly suitable for AI analysis.

Traditional ECG interpretation depends on physician experience and predefined diagnostic criteria. Although many ECG machines already provide automated interpretation, conventional algorithms have limitations and may produce incorrect or incomplete conclusions. AI-based ECG analysis represents a more advanced approach, because deep learning models can analyze raw ECG signals and detect complex patterns associated with specific diseases.

The European Society of Cardiology notes that AI in ECG diagnostics is an expanding field with potential applications in the detection of structural heart disease, rhythm disorders and hidden cardiovascular risk [7]. AI-ECG models have been studied for detecting atrial fibrillation, left ventricular systolic dysfunction, hypertrophic cardiomyopathy and valvular disease. If AI-enhanced ECG interpretation becomes clinically reliable, it may significantly improve early cardiovascular screening, especially in primary healthcare settings.

5. Artificial Intelligence in Cardiovascular Imaging

Cardiovascular imaging is one of the most important areas of modern cardiology. Echocardiography, cardiac computed tomography, cardiac magnetic resonance imaging, nuclear cardiology and invasive angiography provide essential information about cardiac structure, function, perfusion, tissue characteristics and vascular anatomy. However, cardiovascular imaging generates large and complex datasets that require accurate interpretation, technical expertise and considerable time.

AI has significant potential to improve cardiovascular imaging by increasing diagnostic accuracy, reducing interpretation time and supporting standardized reporting. The European Society of Cardiology notes that AI is reshaping cardiovascular imaging by enabling quicker analysis, detailed tissue insight and more personalized patient care strategies [8]. In echocardiography, AI can assist in view classification, chamber segmentation, ejection fraction estimation and wall motion analysis. In cardiac computed tomography, it can support calcium scoring, plaque characterization and coronary stenosis assessment. In cardiac magnetic resonance imaging, it may assist in ventricular segmentation and detection of myocardial scar or fibrosis.

Despite these advantages, AI in cardiovascular imaging requires careful validation. Algorithms trained on images from one institution may not perform equally well in another setting due to differences in equipment, protocols, patient

populations and image quality. Therefore, external validation, multicenter studies and regulatory oversight are essential. AI may identify patterns, but clinical interpretation must remain the responsibility of trained healthcare professionals.

6. AI-Based Clinical Decision Support Systems in Cardiology

Clinical decision-making in cardiology is complex because cardiovascular diseases are often multifactorial and associated with multiple comorbidities. A cardiologist must evaluate symptoms, physical examination findings, ECG results, imaging data, laboratory tests, risk factors, medication history and patient preferences. Clinical decisions must be consistent with evidence-based guidelines, but also adapted to the individual characteristics of each patient.

AI-based clinical decision support systems are designed to assist physicians by analyzing clinical data and providing diagnostic, prognostic or therapeutic recommendations. These systems may support early diagnosis, risk stratification, treatment planning, patient monitoring and follow-up. Bozyel and colleagues note that AI-based clinical decision support systems provide important support to healthcare professionals in the early diagnosis of cardiovascular diseases, treatment planning and patient monitoring [4].

In emergency cardiology, AI-CDSS may help identify patients with acute coronary syndrome, acute heart failure or life-threatening arrhythmias by integrating chest pain characteristics, ECG findings, troponin levels and clinical risk scores. In chronic cardiovascular care, AI-CDSS may support long-term management of hypertension, heart failure, atrial fibrillation and coronary artery disease. However, these systems should support, not replace, physician judgment. The final decision must remain with the clinician.

7. Personalized and Preventive Cardiology through AI

Personalized medicine is one of the major directions of contemporary healthcare. In cardiology, personalized medicine means adapting prevention, diagnosis and treatment to the individual characteristics of the patient, including age, sex, lifestyle, comorbidities, biomarkers, imaging findings, medication response and personal preferences. AI can support personalized cardiology by integrating these variables and generating individualized risk profiles.

Traditional cardiovascular risk assessment tools are useful but limited because they often rely on a restricted number of variables such as age, sex, smoking status, blood pressure, cholesterol level and diabetes. AI models can include a wider range of data, including electronic health records, laboratory trends, imaging parameters and wearable device data. This may allow more precise prediction of cardiovascular events and more targeted prevention.

Wearable devices and remote monitoring technologies are also important for personalized and preventive cardiology. Smartwatches, portable ECG devices, blood pressure monitors and mobile health applications can collect repeated health data. AI algorithms can analyze these data to detect abnormal rhythms, blood pressure trends or signs of clinical deterioration. The development of personalized cardiology, however, depends on high-quality, reliable, consistent and unbiased data [6].

8. Ethical, Legal and Organizational Challenges

Although AI creates important opportunities for modern cardiology, its implementation also raises serious ethical, legal and organizational challenges. These challenges are especially important in cardiovascular medicine because diagnostic and therapeutic decisions may directly influence patient survival, quality of life and long-term prognosis. Therefore, the use of AI in cardiology must be based not only on technological efficiency, but also on patient safety, professional responsibility, transparency and ethical governance.

One of the main ethical challenges is data quality. If the data are incomplete, inaccurate, non-standardized or unrepresentative, the algorithm may produce unreliable results. Cardiovascular risk and disease presentation may differ according to age, sex, ethnicity, comorbidities and socioeconomic factors. Therefore, AI models must be tested across diverse populations and clinical settings before being widely implemented.

Transparency and explainability are also essential. Many advanced AI models may function as “black box” algorithms, generating predictions without clearly showing how the conclusion was reached. Patient privacy and cybersecurity are additional concerns because AI systems often require access to sensitive health data. Secure storage, encryption, informed consent and strict access control are necessary conditions for ethical AI implementation. Legal responsibility must also be clarified when AI-supported recommendations influence high-risk clinical decisions.

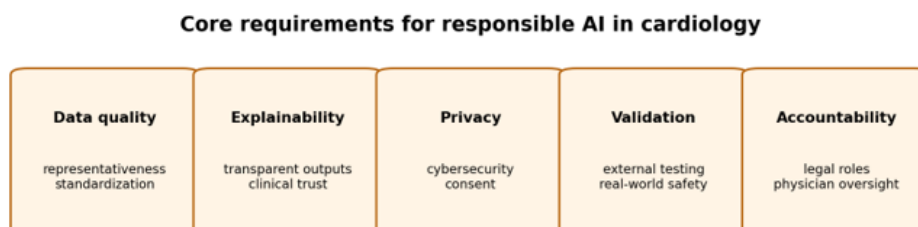


Fig. 3. Core requirements for responsible AI implementation in cardiology

9. Future Perspectives and Relevance for Healthcare Systems

The future of AI in cardiology is closely connected with the broader

transformation of healthcare systems. As cardiovascular diseases continue to be the leading cause of death globally, healthcare systems need more effective tools for prevention, early diagnosis, monitoring and treatment optimization. AI can contribute to all these directions by improving the use of clinical data and supporting more timely decision-making.

One promising future direction is the development of integrated cardiovascular data platforms combining electronic health records, ECG data, imaging results, laboratory tests, wearable device data and patient-reported outcomes. AI algorithms can analyze these data and generate dynamic cardiovascular risk profiles. This would allow physicians to move from episodic care to continuous and proactive care.

For countries developing digital healthcare infrastructure, AI in cardiology may offer important strategic opportunities. Implementation should be gradual and evidence-based: healthcare systems need reliable electronic health records, standardized data collection, pilot projects in real clinical settings, physician training in digital health and AI literacy, and ethical and legal standards that protect patients and ensure accountability.

Conclusion

Artificial intelligence is becoming one of the most important technological directions in modern cardiology. Its application creates new opportunities for early diagnosis, cardiovascular risk prediction, electrocardiographic analysis, cardiovascular imaging, remote monitoring and clinical decision support. In a field where timely diagnosis and accurate risk assessment can directly influence survival, AI has the potential to improve both clinical outcomes and healthcare efficiency.

The analysis presented in this article shows that AI can support cardiology in several key ways: it can help detect hidden cardiovascular abnormalities before severe complications occur, improve the interpretation of ECG and imaging data, support clinical decision-making by integrating multiple sources of patient information, and contribute to personalized and preventive cardiology by identifying individual risk profiles.

At the same time, AI implementation in cardiology must be responsible and carefully regulated. Data quality, algorithmic bias, explainability, patient privacy, cybersecurity, clinical validation and legal responsibility are critical issues. AI systems should not be treated as independent decision-makers. They must function as supportive instruments that enhance, but do not replace, the professional judgment of cardiologists. The most effective model is patient-centered cardiology supported by intelligent technologies.

References:

1. World Health Organization. (2025). Cardiovascular diseases (CVDs). World Health Organization. [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds))
2. European Society of Cardiology. (n.d.). Digital Health & AI. European Society of Cardiology. <https://www.escardio.org/topics/digital-health-ai/>
3. European Society of Cardiology. (2025). AI-enabled ECG algorithm performs well in the early detection of heart failure in Kenya. ESC Press Release. <https://www.escardio.org/news/press/press-releases/AI-enabled-ECG-algorithm-performs-well-in-the-early-detection-of-heart-failure-in-Kenya/>
4. Bozyel, S., Uluçay, A., Yılmaz, M. B., & Eren, M. (2024). Artificial intelligence-based clinical decision support systems in cardiovascular diseases. *Anatolian Journal of Cardiology*, 28(2), 74–82. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10837676/>
5. Mammadov, E. V. (2026). Application of artificial intelligence-based decision support technologies in modern military management systems: Opportunities and strategic challenges. In *Proceedings of the Scientific Conference, Section 7: Military Sciences, National Security and Security of the State Border*, Waterford, Republic of Ireland, May 8, 2026, p. 73.
6. European Society of Cardiology. (n.d.). Responsible AI & Digital Health. European Society of Cardiology. <https://www.escardio.org/public-health/priorities/responsible-ai--digital-health-new/>
7. European Society of Cardiology. (2024). Artificial intelligence in ECG diagnostics: Where are we now? ESC CardioPractice. <https://www.escardio.org/communities/councils/cardiology-practice/education/cardiopractice/artificial-intelligence-in-ecg-diagnostics-where-are-we-now/>
8. European Society of Cardiology. (2024). Artificial intelligence in cardiovascular imaging algorithms: What is used in clinical practice? ESC CardioPractice. <https://www.escardio.org/communities/councils/cardiology-practice/education/cardiopractice/artificial-intelligence-in-cardiovascular-imaging-algorithms-what-is-used-in-c/>

Kostiv Andrii 

Assistant, Department of Theoretical Disciplines
Donetsk National Medical University, Ukraine

Kostiv Mykola 

Teacher of general education disciplines
Kropyvnytskyi Construction Vocational College, Ukraine

Kovalenko Mariia

student of the Faculty of Medicine No. 1
Donetsk National Medical University, Ukraine

CHEMICAL MECHANISMS FOR MAINTAINING BLOOD pH

The body regulates blood pH to stay within a narrow range of 7.35 to 7.45. Fluctuations outside of this range can be detrimental to cellular processes. Enzymatic function can be hindered at suboptimal pH ranges, leading to cellular death. The physiological pH of the human body is essential for many processes necessary to life, including oxygen delivery to tissues, correct protein structure, and innumerable biochemical reactions that rely on the normal pH. [1, 5]

To keep blood pH within the optimal range, multiple homeostatic mechanisms regulate processes and molecules which contribute to pH:

- Chemical acid-base buffer systems
- Respiration, and its control by the respiratory centre
- The kidneys

Chemical acid-base buffer systems can react to changes in pH within seconds to minutes, and the respiratory centre can also react within minutes. The kidneys, while being the most powerful of the regulatory processes, take hours to days to respond. [1]

A variety of buffering systems permits blood and other bodily fluids to maintain a narrow pH range, even in the face of perturbations. A buffer is a chemical system that prevents a radical change in fluid pH by dampening the change in hydrogen ion concentrations in the case of excess acid or base. Most commonly, the substance that absorbs the ion is either a weak acid, which takes up a hydroxyl ion (OH^-), or a weak base, which takes up a hydrogen ion (H^+). Several substances serve as buffers in the body, including cell and plasma proteins, hemoglobin, phosphates, bicarbonate ions, and carbonic acid. Bicarbonate ions and carbonic acid are present in the blood in a 20:1 ratio if the blood pH is within the normal range. With 20 times

more bicarbonate than carbonic acid, this capture system is most efficient at buffering changes that would make the blood more acidic. This is useful because most of the body's metabolic wastes, such as lactic acid and ketones, are acids. Carbonic acid levels in the blood are controlled by the expiration of CO₂ through the lungs. [2]

CO₂ concentration is finely regulated by changes in tidal volume and respiratory rate (minute ventilation). A decrease in pH is sensed by arterial chemoreceptors and leads to increases in tidal volume or respiratory rate; CO₂ is exhaled and blood pH increases. In contrast to chemical buffering, which is immediate, pulmonary regulation occurs over minutes to hours. It is about 50 to 75% effective and does not completely normalize pH.[3]

The kidney plays a key role in reabsorbing and producing bicarbonate and excreting H⁺, thereby promoting acid-base homeostasis. Renal proximal tubules are actively involved in systemic acid-base homeostasis by regulating bicarbonate reabsorption and proton excretion in the urine. Recent advances in the field have highlighted that renal proximal tubules can sense and adapt their function to a wide range of physiological challenges by involving several sensory proteins in a complex signaling network. [6]

Acid-base balance in the human body is 1 of the most paramount physiological processes. The body requires close control of pH for normal function of many metabolic processes. The buffer systems are essential for rapid, local accommodation whereas long-term control is through the respiratory, renal and hepatic systems. [4, 5]

References:

1. Regulation of blood pH | Acid-Base Homeostasis | Geeky Medics Written by: Dr Chris Jefferies
2. Acid-Base Balance | Anatomy and Physiology II
3. Acid-Base Regulation | Endocrine and Metabolic Disorders | MSD Manual Professional Edition Written by: James L. Lewis III, MD, Brookwood Baptist Health and Saint Vincent's Ascension Health, Birmingham Reviewed/Revised: Mar 2025
4. Acid-base balance: a review of normal physiology | PMC Written by: I Shaw, K Gregory See BJA Educ. 2022 Dec 5
5. Acid Base Balance | StatPearls | NCBI Bookshelf Written by: Erin Hopkins; Terrence Sanvictores; Sandeep Sharma Published on September 12, 2022.
6. Acid-base regulation in the renal proximal tubules: using novel pH sensors to maintain homeostasis | PMC Written by: Premraj Rajkumar, Jennifer L Pluznick

Symonov O. M.

*National Scientific Center of Surgery
and Transplantology named after O. O. Shalimov, Ukraine*

A FULLY PREOPERATIVE CT-BASED RISK SCORE FOR PREDICTING CLINICALLY RELEVANT PANCREATIC FISTULA AFTER PANCREATODUODENECTOMY

Keywords: *postoperative pancreatic fistula; pancreatoduodenectomy; computed tomography; risk prediction; preoperative risk score; pancreatic duct; CT morphometrics; calibration; validation.*

Introduction. Clinically relevant postoperative pancreatic fistula (CR-POPF, ISGPS 2016 grade B or C) remains the most frequent and most consequential complication of pancreatoduodenectomy (PD), with an incidence of 10–30 % even in high-volume centers [1]. Existing risk stratification systems — the Fistula Risk Score (FRS), the alternative (a-FRS), and the preoperative (preFRS) scores — rely substantially on intraoperative variables, particularly the subjective palpatory assessment of gland texture and estimated blood loss, which precludes genuinely preoperative planning [2, 3, 4]. Routine preoperative computed tomography (CT) instead provides objective morphometric and densitometric data capable of replacing the subjective evaluation of gland texture [5, 6]. An objective, reproducible preoperative CT-based risk score could improve patient selection, surgical planning, and individualized perioperative management.

Aim. To develop and validate a simple, fully preoperative CT-based risk score for CR-POPF after PD and to compare its prognostic performance with established models (FRS, a-FRS, preFRS).

Materials and Methods. A retrospective observational study was conducted at the O. O. Shalimov National Scientific Center of Surgery and Transplantology in accordance with the TRIPOD statement; the proposed CT-morphometric approach was previously substantiated in our own studies [7, 8]. The derivation cohort comprised 234 consecutive patients who underwent elective PD in 2022–2023, and an independent temporal validation cohort comprised 106 patients operated on in 2024 without risk-adapted interventions. All patients underwent standardized multiphase CT including a native phase suitable for quantitative morphometry. Five preoperative predictors were evaluated: pancreatic parenchymal attenuation (Hounsfield units, HU), the duct-to-parenchyma (D/P) ratio in the ventrodorsal and craniocaudal planes, main pancreatic duct (MPD) diameter, and body mass index

(BMI). A simplified 6-point score was developed using multivariable logistic regression and internally validated by bootstrap resampling (2000 iterations). Discrimination, calibration, and clinical utility were assessed using ROC analysis (AUC), the Hosmer–Lemeshow test, the Brier score, and decision curve analysis; pairwise AUC comparisons were performed using DeLong’s test.

Results. CR-POPF occurred in 44 (18.8 %) patients of the derivation cohort (28 grade B, 16 grade C) and in 23 (21.7 %) patients of the validation cohort. Multivariable analysis identified five independent preoperative predictors of CR-POPF: parenchymal attenuation (OR 0.905; 95 % CI 0.854–0.958; $p < 0.001$), the D/P ratio in the ventrodorsal (OR 0.136; 95 % CI 0.058–0.318; $p < 0.001$) and craniocaudal (OR 0.274; 95 % CI 0.117–0.639; $p = 0.003$) planes, MPD diameter < 3 mm, and BMI ≥ 25 kg/m² (both $p < 0.01$). The full regression model achieved an AUC of 0.92 (95 % CI 0.87–0.96), and the simplified 6-point score an AUC of 0.89. Calibration was satisfactory (Hosmer–Lemeshow $p = 0.106$; Brier score 0.0326), and internal bootstrap validation yielded an optimism-corrected AUC of 0.9651. In the validation cohort the score retained good discrimination (AUC 0.850; 95 % CI 0.758–0.928) with acceptable calibration (intercept 0.015; slope 0.990; Brier score 0.131). The score significantly outperformed the original FRS (AUC 0.850 vs. 0.769; $p = 0.028$) and was non-inferior to a-FRS (AUC 0.851; $p = 0.972$) and preFRS (AUC 0.820; $p = 0.570$). A clear risk gradient was observed: CR-POPF rates increased from 4.6 % in the low-risk group (0–2 points) to 82.5 % in the very-high-risk group (5–6 points) in the derivation cohort and reached 81.8 % at a score of 6 in the validation cohort. The score also correlated with fistula severity (median 4 points for grade B vs. 5 points for grade C). Decision curve analysis demonstrated the highest net benefit of the score across threshold probabilities of 10–45 %.

Conclusions. The proposed CT-based score is an objective, reproducible, and fully preoperative tool for predicting CR-POPF after PD. Its discrimination and calibration are non-inferior to existing models, and it outperforms the original FRS while relying exclusively on preoperative parameters. The pronounced risk gradient enables individualized surgical planning, selective prophylaxis, and risk-adapted perioperative monitoring. Prospective external multicenter validation is warranted before widespread clinical implementation.

References:

1. Bassi C., Marchegiani G., Dervenis C., et al. The 2016 update of the International Study Group (ISGPS) definition and grading of postoperative pancreatic fistula: 11 years after. *Surgery*. 2017;161(3):584–591.
2. Callery M. P., Pratt W. B., Kent T. S., Chaikof E. L., Vollmer C. M. Jr. A prospectively validated clinical risk score accurately predicts pancreatic fistula after pancreatoduodenectomy. *J Am Coll Surg*. 2013;216(1):1–14.
3. Mungroop T. H., van Rijssen L. B., van Klaveren D., et al. Alternative Fistula Risk Score for pancreatoduodenectomy (a-FRS): design and international external validation. *Ann Surg*. 2019;269(5):937–943.
4. Kolbinger F., Knebel P., Diener M. K., et al. Preoperative Fistula Risk Score (preFRS): a new preoperative score

to predict pancreatic fistula. *Ann Surg.* 2022;275(6):e847–e854.

5. Schuh F., Mihaljevic A. L., Probst P., et al. A systematic review and meta-analysis of risk factors for postoperative pancreatic fistula. *Ann Surg.* 2018;268(6):871–880.
6. Madankan A., Toh S. K. C., Low J. K., et al. Computed tomography predictors of clinically relevant postoperative pancreatic fistula: a systematic review and meta-analysis. *HPB (Oxford)*. 2024;26(4):453–465.
7. Symonov O., Usenko O., Pavliuk R., Prisyazhnyuk Y. A novel preoperative risk score based on computed tomography morphometrics for predicting clinically relevant postoperative pancreatic fistula after pancreatoduodenectomy. *J Gastrointest Surg.* 2025;29(12):102251. doi:10.1016/j.gassur.2025.102251.
8. Усенко О. Ю., Симонов О. М., Присяжнюк Є. Д., Павлюк Р. С. Бальна система оцінки ризику післяопераційної панкреатичної нориці на основі доопераційної комп'ютерно-томографічної морфометрії підшлункової залози. *Український журнал клінічної хірургії.* 2025;92(5):18–26. doi:10.26779/2786-832X.2025.5.18.

Сівак Поліна Михайлівна 

здобувачка освіти III медичного факультету
Харківський національний медичний університет, Україна

Боровська Карина Вячеславівна 

здобувачка освіти III медичного факультету
Харківський національний медичний університет, Україна

Александрова Тетяна Миколаївна 

PhD, доцент кафедри внутрішньої медицини № 1
Харківський національний медичний університет, Україна

ПАТОГЕНЕТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ КАРДІОРЕНАЛЬНОГО СИНДРОМУ ПРИ ХРОНІЧНІЙ СЕРЦЕВІЙ НЕДОСТАТНОСТІ: ПОЗАЦІЛЬОВІ ЕФЕКТИ ГЛІФЛОЗИНІВ

Вступ. На сьогодні інгібітори натрійзалежного переносника глюкози 2 типу (інгібітори SGLT2, гліфлозини) привертають увагу не тільки в ендокринології, а й у кардіології та нефрології. Спочатку ці препарати застосовували для зниження рівня глюкози при цукровому діабеті 2 типу (ЦД 2 типу). Проте згодом було встановлено, що вони можуть позитивно впливати також на серце і нирки. Це пов'язують зі зменшенням перевантаження кардіоміоцитів іонами натрію та кальцію, пригніченням оксидативного стресу, ремоделюванням міокарда і підтримкою функції нирок. Саме тому гліфлозини розглядають як важливу групу препаратів при хронічній серцевій недостатності (ХСН).

Мета. Дослідити негіпоглікемічну дію гліфлозинів у патогенезі ХСН, їх кардіопротекторний вплив та позацільові ефекти на іонний гомеостаз клітин.

Матеріали та методи. Дослідження включало огляд наукових праць, зокрема, були використані матеріали з New England Journal of Medicine, Pubmed, Webcardio, Google Scholar, Національної медичної бібліотеки.

Результати та обговорення. Сучасна терапія пацієнтів з ХСН базується на використанні інгібіторів SGLT2 незалежно від фракції викиду лівого шлуночка (ФВ ЛШ). Дана група препаратів покращує енергообмін у кардіоміоцитах завдяки інгібуванню мембранного білка Na^+/H^+ Exchanger Isoform 1 (NHE1), що зменшує розвиток аритмій, знижує продукцію вільних радикалів у кардіоміоцитах та зменшує ремоделювання серця шляхом пригнічення міофібробластів [1].

NHE1 є основним структурним білком, присутнім у міокарді, який регулює обмін іонів Na^+ та H^+ задля підтримки рН. В умовах ішемії, ХСН або іншого пошкодження серцевих тканин, відбувається зниження активності Na-K-АТФази у відповідь на присутній ацидоз, відбувається перенос іонів водню позаклітинно та заміна їх на іони натрію. Даний механізм може бути запущеним через ангіотензин II, завдяки специфічним рецепторам, які активують позаклітинно-сигнал-регульовані кінази (extracellular signal-regulated kinase, ERK), що в свою чергу здатні активувати новий регулятор інсулінового сигналіngu та метаболізму глюкози – ribosomal protein S6 kinase A1 (RSK1), який запобігає розвитку клітинної деструкції серця. При ХСН відбувається надмірне фосфорильовання NHE1, що зумовлює підвищення внутрішньоклітинного натрію, який забезпечує руйнування мітохондрій у кардіоміоцитах, через підвищення кальцію всередині клітини. Це напряду відображає подальшу появу гіпертрофії, фіброзу міокарду та, як наслідок, розвиток ХСН.

Кардіоренальний синдром при ХСН може виникати не лише через активацію NHE1, а ще через наявність SGL котранспортерів 1 та 2 типу, що експресуються в кардіоміоцитах й проксимальних звивистих канальцях нирок відповідно. Гліфлозини, що інгібують SGLT2 та SGLT1, є препаратами вибору особливо при ЦД2 типу, адже вони забезпечують реабсорбцію фільтрованої глюкози в нирках [7].

Завдяки відновлення тубулогломерулярного зв'язку відбувається звуженню приносячої артеріоли й повернення натрію внутрішньоклітинно [2]. Таким чином, зменшуються альбумінурія та перевантаження серця.

Завдяки ERK у ядрах кардіоміоцитів відбувається створення SGLT1, що підвищує додаткове входження натрію у клітину. Гліфлозини діють одразу на SGLT2 та SGLT1, що забезпечує виведення надлишку натрію з сечею, зменшуючи перенавантаження на серце. Окрім цього, вони опосередковано діють на NHE1, зупиняючи потік іонів натрію та кальцію, адже хімічна структура згаданих вище речовин схожа [7].

У дослідженні щодо застосування емпагліфлозину у пацієнтів з серцевою недостатністю після гострого інфаркту міокарда було продемонстровано зниження рівня госпіталізацій на 23%, хоча даний препарат не корелював із рівнем смертності [3]. Було доведено, що при застосуванні дапагліфлозину 10 мг/добу кількість госпіталізацій з приводу ХСН та ризику серцево-судинних захворювань у пацієнтів з ХСН та ФВ ЛШ > 40% були знижені на 18% [4]. Також доцільним є застосування гліфлозинів з фінереноном та інгібіторами ренін-ангіотензин-альдостеронової системи. Така комбінація

показує значні покращення самопочуття пацієнтів з ХСН, хронічною нирковою недостатністю та ЦД 2 типу й зменшують ризик госпіталізацій з приводу серцево-судинних патологій у майбутньому [5].

Ехокардіографічні дослідження, проведені на тлі застосування гліфлозинів у пацієнтів з ХСН, також демонструють зворотнє ремоделювання шлуночків з приростом ФВ ЛШ на 6,1% [6].

Висновки. Було встановлено, що кардіоренопротекторний ефект гліфлозинів у неглікемічних умовах при ХСН реалізується завдяки їх прямому впливу на SGLT1 і SGLT2, а також опосередкованій модуляції активності NHE1 в умовах стресового ураження міокарда. Окрім цього, результати численних досліджень демонструють наявність ремоделюючого впливу розглянутих препаратів на стінку лівого шлуночка серця з приростом фракції його викиду. Особливу увагу привертає зниження частоти госпіталізацій з приводу серцево-судинних захворювань на тлі застосування гліфлозинів, що додатково підтверджує їх виражений кардіопротекторний ефект навіть у пацієнтів без цукрового діабету.

Список використаних джерел:

1. Packer, M. (2021). Critical re-evaluation of the mechanisms underlying the cardiorenal benefits of SGLT2 inhibitors and ARNI: Focus on a common sodium-hydrogen exchanger-1 pathway. *Circulation*, 143(20), 1931–1934. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.121.054526>
2. Heerspink, H. J. L., Kosiborod, M. N., Inzucchi, S. E., & Cherney, D. Z. I. (2022). Sodium-glucose cotransporter 2 inhibitors in the management of heart failure: Current evidence and future perspectives. *Circulation*, 145(10), 723–737. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.121.053892>
3. Butler, J., Jones, W. S., Udell, J. A., et al. (2024). Empagliflozin after Acute Myocardial Infarction. *New England Journal of Medicine*. <https://doi.org/10.1056/nejmoa2314051>
4. Solomon, S. D., McMurray, J. J. V., Claggett, B., et al. (2022). Dapagliflozin in Heart Failure with Mildly Reduced or Preserved Ejection Fraction. *New England Journal of Medicine*. <https://doi.org/10.1056/nejmoa2206286>
5. WebCardio.org. (n.d.). Вплив фінеренону на серцево-судинні захворювання при цукровому діабеті. WebCardio.org. Електронний науково-практичний журнал про кардіологію. Післядипломна освіта: кардіологія. <https://www.webcardio.org/vplyv-finerenonu-na-sertsevo-sudynni-zakhvoryuvannya--pry-tsukrovomu-diabeti.aspx>
6. Bodea, O. M., Serban, S., Craciun, M. L., et al. (2026). Effects of SGLT2 inhibitors on clinical outcomes, symptoms, functional capacity, and cardiac remodeling in heart failure: A comprehensive systematic review and multidomain meta-analysis of randomized trials. *Journal of Clinical Medicine*, 15(1), 378. <https://doi.org/10.3390/jcm15010378>
7. Al-Shamasi, A. A., Elkaffash, R., Mohamed, M., et al. (2021). Crosstalk between sodium-glucose cotransporter inhibitors and sodium-hydrogen exchanger 1 and 3 in cardiometabolic diseases. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(23), 12677. <https://doi.org/10.3390/ijms222312677>

Сіліна С.Г.

здобувач вищої освіти Навчально-наукового інституту медицини
Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, Україна

Наукові керівник: Кучмеровська Тамара Муратівна

д-р. біол. наук, професор кафедри медичної біохімії та молекулярної біології
Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, Україна
провідний науковий співробітник
Інститут біохімії імені О.В. Палладіна НАН України, Україна

Наукові керівники: Яницька Леся Василівна

канд. біол. наук, доцент кафедри медичної біохімії та молекулярної біології
Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, Україна

ВИКОРИСТАННЯ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ ДОБАВОК ТА СПОРТИВНОГО ХАРЧУВАННЯ СЕРЕД СТУДЕНТІВ-МЕДИКІВ: БІОХІМІЧНІ АСПЕКТИ

Ключові слова: біологічно активні добавки, БАД, студенти-медики, спортивне харчування, побічні наслідки.

Актуальність: використання біологічно активних добавок (БАД) набуло великої популярності серед молоді, оскільки дедалі більше молодих людей прагнуть покращити свій загальний фізичний стан [1], підвищити фізичну витривалість та когнітивні здібності [2]. Вибір таких продуктів охоплює вітаміни, мінерали, амінокислоти, протеїнові суміші, креатин та інші речовини, які активно позиціонуються як засоби для підтримки здоров'я у фізіологічному стані [3]. Незважаючи на те, що молодь сприймає ці аліментарні добавки як дуже корисні, їхній вплив на деякі системи та функції організму все ще є предметом наукової полеміки, оскільки вони не завжди мають клінічно підтверджену ефективність [4]. Окрім того, безконтрольне застосування таких засобів може призвести до порушень метаболічних процесів, особливо енергетичних, та суттєвих змін обміну вуглеводів, протеїнів та ліпідів [5], що зумовлює актуальність дослідження біохімічних аспектів їхнього застосування серед студентської молоді.

Мета дослідження: оцінити рівень поширеності вживання біологічно активних добавок та спортивного харчування серед студентів-медиків, а також проаналізувати потенційні біохімічні наслідки їх застосування.

Матеріали та методи: було проведено анонімне онлайн-опитування 50

студентів медичного університету віком від 19 до 21 років із використанням платформи Google Forms. Анкета містила питання щодо частоти використання біологічно активних добавок, видів спортивного харчування, мотивів прийому, інтенсивності фізичної активності та наявності суб'єктивних побічних ефектів, а також обізнаності щодо потенційної побічної дії. Отримані результати аналізували за допомогою методів описової статистики. Для перевірки граматичної коректності тез було використано штучний інтелект.

Результати анкетування показали, що 52% респондентів зазначили періодичне або регулярне використання біологічно активних добавок чи спортивного харчування. Найпоширенішими серед них виявилися протеїнові суміші (38%), креатин (20%), ВСАА (branched-chain amino acids) (16%) та полівітамінні комплекси (58%). Основною мотивацією використання було бажання підвищити фізичну витривалість, покращити спортивні результати, подолати втому та покращити розумову спроможність.

Серед учасників опитування 42% регулярно відвідували спортзали, тоді як 18% споживали спортивне харчування без постійних фізичних навантажень. При цьому 36% респондентів зізналися, що приймають добавки, не консультувавшись із лікарем чи дієтологом.

Деякі студенти зазначали суб'єктивні побічні ефекти вживання біологічно активних добавок: порушення сну (16%), тахікардію (12%), диспепсію (10%) та підвищену дратівливість (10%). З біохімічної точки зору, такі симптоми можуть бути пов'язані з надмірною стимуляцією нервової системи через вплив кофеїну, зміною водно-електролітного балансу та нюансами азотистого обміну, що можуть виникати внаслідок надмірного споживання білка.

Відомо, що креатин відіграє важливу роль у процесі ресинтезу АТФ у м'язовій тканині, тоді як протеїнові добавки стимулюють інтенсивність білкового синтезу. Однак надмірне або необґрунтоване використання спортивного харчування здатне створювати додаткове навантаження на такі органи, як печінка та/чи нирки, особливо за умов недостатнього споживання рідини або при наявності супутніх метаболічних розладів.

Особливої уваги заслуговує активне використання енергетичних добавок та передтренувальних комплексів, що містять кофеїн та інші стимулятори. Надмірне споживання цих речовин може опосередковано підсилювати оксидативний стрес, викликати проблеми зі сном та негативно впливати на стан серцево-судинної системи.

Висновки: вживання біологічно активних добавок і спортивного харчування є поширеним серед студентів закладів медичної освіти. Більшість респондентів використовують добавки без належного медичного контролю, що може призвести до розвитку небажаних змін метаболічних процесів. Отримані результати наголошують на необхідності підвищення рівня знань студентів стосовно біохімічних механізмів дії спортивного харчування та потенційні ризику, пов'язані з його неконтрольованим використанням..

Список використаних джерел:

1. Alonso M., Fernández-García, B. (2020). Evolution of the use of sports supplements. *PharmaNutrition*. 2020; 14:100239. <https://doi.org/10.1016/j.phanu.2020.100239>
2. Kosendiak A., Adamczak B., Kuźnik Z., Makles, S. Impact of Medical School on the Relationship between Nutritional Knowledge and Sleep Quality—A Longitudinal Study of Students at Wroclaw Medical University in Poland. *Nutrients*. 2024; 16(2): 278. <https://doi.org/10.3390/nu16020278>
3. Mijalković S., Živković D., Raković A., Bjelaković L. Analysis of the use of dietary supplements among students of the faculty of sport and physical education. *Facta Universitatis*. 2024; 8(1): 1 – 11. <https://doi.org/10.22190/FUTLTE240124002M>
4. Ronis M., Pedersen K., Watt J. (2018). Adverse effects of nutraceuticals and dietary supplements. *Annual review of pharmacology and toxicology*, 2018; 58:583-601. <https://doi.org/10.1146/annurev-pharmtox-010617-052844>
5. Wierzejska R. (2021). Dietary supplements—for whom? The current state of knowledge about the health effects of selected supplement use. *International journal of environmental research and public health*, 2021; 18(17):8897. <https://doi.org/10.3390/ijerph18178897>

Юрко Катерина Володимирівна

д-р. мед. наук, професор кафедри інфекційних хвороб,
дитячих інфекційних хвороб та фтизіатрії
Харківський національний медичний університет, Україна

Приймак Дарина Вадимівна

студентка 5 курсу, II медичного факультету
Харківський національний медичний університет, Україна

Винокурова Ольга Миколаївна

канд. мед. наук, асистент кафедри інфекційних хвороб,
дитячих інфекційних хвороб та фтизіатрії
Харківський національний медичний університет, Україна

Соломенник Ганна Олегівна

канд. мед. наук, асистент кафедри інфекційних хвороб,
дитячих інфекційних хвороб та фтизіатрії
Харківський національний медичний університет, Україна

ПРОГНОЗИ ПРИ КО-ІНФЕКЦІЇ ВІЛ/SARS-CoV-2: РИЗИКИ ЛЕТАЛЬНОСТІ ТА ТЯЖКОГО ПЕРЕБІГУ

Вступ. Пандемія коронавірусної хвороби 2019 (COVID-19), спричинена вірусом SARS-CoV-2, стала одним із найсерйозніших викликів для сучасної медицини, виявивши вразливість багатьох груп пацієнтів. Особливо складною ситуація склалася для осіб із хронічними імуносупресивними станами, зокрема зумовленими вірусом імунодефіциту людини (ВІЛ). Особливістю людей, що живуть з ВІЛ, є ослаблений імунний захист, на тлі якого набуває змін навіть перебіг гострих респіраторних вірусних інфекцій [1].

На початку пандемії COVID-19 експерти припускали, що імуносупресія може як полегшувати симптоми за рахунок менш вираженої запальної реакції, так і обтяжувати ситуацію через вищий ризик бактеріальних ускладнень та / або прогресування до тяжких форм [5, 7].

Дослідження демонструють, що ко-інфекція ВІЛ/SARS-CoV-2 часто виникає на тлі інших коморбідних станів, зокрема цукрового діабету, хронічної ниркової недостатності, серцево-судинних захворювань тощо, які вже самі підвищують ймовірність тяжкого перебігу та несприятливого наслідку. Наприклад, у пацієнтів із ВІЛ-інфекцією частіше спостерігають артеріальну гіпертензію, що посилює навантаження на дихальну та серцево-судинну системи під час гострої фази COVID-19. Крім того, доступ до медичної допомоги для таких пацієнтів може бути обмеженим через

стигматизацію або логістичні проблеми, що зумовлює відтермінування надання лікувально-діагностичної допомоги [8, 9].

Проблемним питанням є не лише частота госпіталізацій, але й фактори, які визначають перехід від легкої форми до критичної, включаючи потребу в інтенсивній терапії та кисневій підтримці. Аналіз результатів мета-досліджень свідчить про певну їх неоднозначність. Так, деякі роботи вказують на відсутність значущого зростання ризиків, тоді як інші, після врахування віку та статі, демонструють чітку тенденцію до погіршення прогнозу [2, 4, 6, 7].

У зв'язку із цим, метою роботи став огляд та аналіз наявних літературних даних щодо клінічних прогнозів у пацієнтів з ко-інфекцією ВІЛ/SARS-CoV-2, зокрема оцінки ймовірності летальних наслідків і розвитку тяжких форм захворювання.

Матеріал і методи. Нами було проаналізовано наукову літературу в базах даних PubMed, Scopus та Google Scholar за період з 2020 р. по 2025 р. Ключовими словами стали «HIV COVID-19 co-infection», «clinical outcomes», «mortality prognosis», «severe disease risk», «hospitalization in HIV patients with COVID». Було відібрано 45 тематичних публікацій, 12 з яких стали основою для аналізу.

Результати та їх обговорення. Згідно з оглядом кількох когорт, пацієнти із ВІЛ-інфекцією мали на 49 % вищий шанс бути госпіталізованими порівняно з особами без ВІЛ-інфекції [1, 2, 5]. Ця тенденція зберігалася в некоригованих моделях, але слабшала після врахування соціально-демографічних факторів, таких як доступ до первинної допомоги. Наприклад, у групах із низьким рівнем охоплення антиретровірусною терапією (менш, ніж 80 %) ризик бути госпіталізованим зростав удвічі, що пов'язано із пізнім зверненням по медичну допомогу [2, 5]. Слід зазначити, що госпіталізація частіше слугувала маркером поєднання кількох обтяжливих факторів, ніж безпосередньо імуносупресії. У регіонах із обмеженим моніторингом, зокрема в деяких африканських країнах ця різниця виявилася мінімальною [5, 12].

Щодо тяжкості перебігу хвороби, аналіз результатів кількох досліджень виявив лише незначне зростання ризику тяжких форм у випадках ко-інфекції [2, 7, 10]. Так, пацієнти із ВІЛ-інфекцією на 28% частіше потребували інтенсивної терапії, проте ця різниця не досягла статистичної значущості, а висока гетерогенність показників пояснювалася негомогенними критеріями тяжкості [2, 8].

У підгрупах із низьким рівнем CD4 (< 200 клітин/мкл) ризик зростав, але даних для аргументованих висновків також виявилось недостатньо [2, 8]. Слід

значити, що в осіб, які стабільно отримували антиретровірусну терапію, тяжкість стану та, відповідно, COVID-19 не відрізнялася від цього показника в загальній популяції, що підкреслює надзвичайно важливу роль противірусної терапії [2, 7, 12]. На думку Danwang та співавторів (2022), імуносупресія дійсно може пригнічувати «цитокінову бурю», типову для тяжкого перебігу COVID-19, але підвищувати вразливість до вторинних інфекцій [2].

Значущої різниці в показниках летальності у групах із ко-інфекцією та моноінфекцією встановлено не було [7, 10]. Так, ризик виявився навіть на 19 % нижчим серед пацієнтів із ВІЛ-інфекцією [2, 4]. Проте після коригування на вік і стать цей показник зріс до 76 % (OR 1,76; 95 %; ДІ 1,31-2,35) [1]. Результати іншого мета-аналізу п'яти когорт підтвердив, що відносний ризик летального наслідку в ко-інфікованих становив 1,95 (95 %; ДІ 1,62-2,34), особливо серед госпіталізованих (1,60; 95 %; ДІ 1,12-2,27) [3, 5], а загальна летальність серед них сягала 8,8 %, що вдвічі перевищувало середній показник для COVID-19 [2]. Крім того, в азіатській популяції ризик летального наслідку виявився в 4 рази вищим (3,99; 95 %; ДІ 1,37-11,60) [3]. Наявність хронічної хвороби нирок підвищувала ризик летального наслідку в 8 разів (OR 8,43; 95 %; ДІ 5,49-12,93), цукрового діабету - в 5 разів (OR 5,20; 95 %; ДІ 4,25-6,36) [2].

Висновки. Показник летальності серед осіб із ко-інфекцією ВІЛ/SARS-CoV-2 є вдвічі вищим, ніж серед пацієнтів із COVID-19. Ризики виникнення летального наслідку значно підвищує наявність в хворого несприятливого преморбідного тла в вигляді хронічної хвороби нирок та/або цукрового діабету.

Тяжкість стану ко-інфікованого пацієнта напряму залежала від того, чи отримував він антиретровірусну терапію. В осіб, які перебували на терапії, тяжкість перебігу COVID-19 не відрізнялася від цього показника в загальній популяції. Разом із тим, пацієнти із ко-інфекцією мали в 1,5 рази вищий ризик бути госпіталізованими.

Список використаних джерел:

1. Соціально значущі та особливо небезпечні інфекційні хвороби: навч. посібник / К.В. Юрко, Г.О. Соломенник. – Київ: ВСВ «Медицина», 2023. – 255 с.
2. Danwang C, Noubiap JJ, Robert A, Yombi JC. Outcomes of patients with HIV and COVID-19 co-infection: a systematic review and meta-analysis. *AIDS Res Ther.* 2022 Jan 14;19(1):3. doi: 10.1186/s12981-021-00427-y. PMID: 35031068; PMCID: PMC8759058.
3. Liang M, Luo N, Chen M, Chen C, Singh S, Singh S, Tan S. Prevalence and Mortality due to COVID-19 in HIV Co-Infected Population: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Infect Dis Ther.* 2021 Sep;10(3):1267-1285. doi: 10.1007/s40121-021-00447-1. Epub 2021 May 3. PMID: 33939121; PMCID: PMC8091145.
4. Han X, Hou H, Xu J, Ren J, Li S, Wang Y, Yang H, Wang Y. Significant association between HIV infection and

- increased risk of COVID-19 mortality: a meta-analysis based on adjusted effect estimates. *Clin Exp Med*. 2023 Jul;23(3):689-700. doi: 10.1007/s10238-022-00840-1. Epub 2022 Jun 13. PMID: 35695974; PMCID: PMC9189270.
5. Ssentongo P, Heilbrunn ES, Ssentongo AE, Advani S, Chinchilli VM, Nunez JJ, Du P. Epidemiology and outcomes of COVID-19 in HIV-infected individuals: a systematic review and meta-analysis. *Sci Rep*. 2021 Mar 18;11(1):6283. doi: 10.1038/s41598-021-85359-3. PMID: 33737527; PMCID: PMC7973415.
 6. Dzinamarira T, Murewanhema G, Chitungo I, Ngara B, Nkambule SJ, Madziva R, Herrera H, Mukwenha S, Cuadros DF, Iradukunda PG, Mashora M, Tungwarara N, Rwibasira GN, Musuka G. Risk of mortality in HIV-infected COVID-19 patients: A systematic review and meta-analysis. *J Infect Public Health*. 2022 Jun;15(6):654-661. doi: 10.1016/j.jiph.2022.05.006. Epub 2022 May 16. PMID: 35617829; PMCID: PMC9110010.
 7. Wang Y, Xie Y, Hu S, Ai W, Tao Y, Tang H, Jing F, Tang W. Systematic Review and Meta-Analyses of The Interaction Between HIV Infection And COVID-19: Two Years' Evidence Summary. *Front Immunol*. 2022 May 10;13:864838. doi: 10.3389/fimmu.2022.864838. PMID: 35619709; PMCID: PMC9128408.
 8. Jassat W, Mudara C, Ozougwu L, Welch R, Arendse T, Masha M, Blumberg L, Kufa T, Puren A, Groome M, Govender N, Pisa P, Govender S, Sanne I, Brahmabhatt H, Parmley L, Wolmarans M, Rousseau P, Selikow A, Burgess M, Hankel L, Parker A, Cohen C. Trends in COVID-19 admissions and deaths among people living with HIV in South Africa: analysis of national surveillance data. *Lancet HIV*. 2024 Feb;11(2):e96-e105. doi: 10.1016/S2352-3018(23)00266-7. PMID: 38296365.
 9. Varshney K, Ghosh P, Stiles H, Iriowen R. Risk Factors for COVID-19 Mortality Among People Living with HIV: A Scoping Review. *AIDS Behav*. 2022 Jul;26(7):2256-2265. doi: 10.1007/s10461-022-03578-9. Epub 2022 Jan 13. PMID: 35024992; PMCID: PMC8756751.
 10. Dadashi M, Dadashi A, Sameni F, Sayadi S, Goudarzi M, Nasiri MJ, Yaslianifard S, Ghazi M, Arjmand R, Hajikhani B. SARS-CoV-2 and HIV co-infection; clinical features, diagnosis, and treatment strategies: A systematic review and meta-analysis. *Gene Rep*. 2022 Jun;27:101624. doi: 10.1016/j.genrep.2022.101624. Epub 2022 May 19. PMID: 35607389; PMCID: PMC9117161.
 11. Braunstein SL, Wahnich A, Lazar R. COVID-19 Outcomes Among People With HIV and COVID-19 in New York City. *J Infect Dis*. 2023 Nov 28;228(11):1571-1582. doi: 10.1093/infdis/jiad311. PMID: 37534822.
 12. Giacomelli A, Gagliardini R, Tavelli A, De Benedittis S, Mazzotta V, Rizzardini G, Mondini A, Augello M, Antinori S, Vergori A, Gori A, Menozzi M, Taramasso L, Fusco FM, De Vito A, Mancarella G, Marchetti G, D'Arminio Monforte A, Antinori A, Cozzi-Lepri A; COVID-19 ICONA study group. Risk of COVID-19 in-hospital mortality in people living with HIV compared to general population according to age and CD4 strata: data from the ICONA network. *Int J Infect Dis*. 2023 Nov;136:127-135. doi: 10.1016/j.ijid.2023.09.015. Epub 2023 Sep 22. PMID: 37741311.

SECTION 18.

PHARMACY AND PHARMACOTHERAPY

Benaouija Iliass

HE student of 5 a.y. of Medical and Pharmacy faculty
Odesa national medical university, Ukraine

Scientific supervisor: Yashchuk Iryna 

senior teacher
*Department of Organization and Economics of Pharmacy
with post-diploma specialization,
Odesa national medical university, Ukraine*

CONCEPTUAL PRINCIPLES FOR THE FORMATION OF A PROFESSIONAL REGULATION MODEL FOR PHARMACIST

The contemporary development of healthcare systems is characterized by increasing requirements for the quality, accessibility and safety of pharmaceutical services. Under these conditions, the effectiveness of pharmacy practice largely depends on the level of professional regulation and the ability of regulatory systems to ensure professional accountability, ethical conduct and continuous competency development of pharmacists. International experience demonstrates that fragmented and predominantly administrative approaches to pharmacy governance are gradually being replaced by integrated professional regulation systems focused on public protection and competency-based oversight [2; 3].

The formation of a professional regulation model for pharmacists should be based on a combination of institutional, organizational and ethical principles aimed at ensuring sustainable professional governance. Instead, it incorporates continuous professional development, competency assessment, patient-centered standards and transparent accountability mechanisms [4]. One of the most developed approaches to professional regulation is represented by the model implemented by the General Pharmaceutical Council (GPhC), which integrates educational standards, registration procedures, professional conduct requirements and quality assurance mechanisms into a unified regulatory framework [5]. The GPhC model demonstrates the transition from traditional bureaucratic regulation toward competency-oriented governance, where professional standards function not only as control instruments but also as mechanisms for professional development and

patient safety enhancement [5]. The conceptual basis of the proposed regulation model is founded on several interrelated principles.

The first principle is the principle of competency-based regulation. Modern pharmacy systems increasingly emphasize professional competencies rather than formal qualification criteria alone. Competency-based approaches allow regulatory institutions to assess pharmacists' readiness for professional practice in dynamic healthcare environments and ensure continuous adaptation to new clinical, technological and organizational challenges [6].

The second principle is professional accountability. The pharmacist's professional activity directly affects patient safety and treatment outcomes. Therefore, regulatory systems must establish transparent mechanisms for monitoring professional conduct, ethical compliance and adherence to professional standards [7].

The third principle is institutional independence. International practice indicates that effective professional regulation requires a certain level of autonomy of regulatory bodies from direct political or commercial influence. Independent professional regulators are generally more capable of maintaining objective quality assurance procedures and implementing evidence-based professional standards [1].

The fourth principle involves continuous professional development (CPD). Rapid scientific and technological progress in pharmacy necessitates lifelong professional learning. Therefore, CPD should be regarded not merely as a formal requirement but as an integral component of professional competence maintenance and quality improvement in pharmaceutical care [8].

The fifth principle concerns patient-centeredness and public protection. Contemporary pharmacy regulation systems increasingly focus on safeguarding public interests rather than protecting professional privileges. In this context, professional standards are developed primarily to ensure patient safety, accessibility of pharmaceutical care and public confidence in healthcare systems [9].

The proposed regulation model also takes into consideration the necessity of balancing regulatory oversight with professional autonomy. Excessive administrative control may limit professional initiative and innovation, whereas insufficient regulation may reduce the effectiveness of quality assurance mechanisms. Therefore, the model should provide a balanced interaction between professional self-regulation and institutional supervision [10]. Consequently, the conceptual framework of the proposed professional regulation model combines competency-based governance, institutional accountability, ethical responsibility, continuous professional development and public-oriented regulation. The integration of these principles creates the foundation for the development of an

adaptive and sustainable professional regulation system in pharmacy practice.

References:

1. Brown D. Evidence-based regulation in healthcare systems. *Health Policy*. 2020. Vol. 124, No. 8. P. 811–817.
2. International Pharmaceutical Federation (FIP). *Global Competency Framework for Pharmacy Workforce Development*. Hague : FIP, 2020. 84 p.
3. Rutter P. *Community pharmacy: symptoms, diagnosis and treatment*. London : Elsevier, 2017. 412 p.
4. General Pharmaceutical Council. *Standards for pharmacy professionals*. London, 2024.
5. International Pharmaceutical Federation (FIP). *Advanced Practice and Specialisation in Pharmacy*. Hague : FIP, 2015. 67 p.
6. Wingfield J., Badcott D. *Pharmacy Ethics and Decision Making*. London : Pharmaceutical Press, 2019. 544 p.
7. Smith J. Professional regulation in healthcare systems. *Health Policy*. 2020. Vol. 124, No. 5. P. 503–510.
8. Council of Europe. *The Pharmacist in the Health Care System*. Strasbourg : Council of Europe Publishing, 2018. 96 p.
9. Koster A. Professional autonomy and regulation in pharmacy practice. *Pharmacy*. 2021. Vol. 9, No. 4. P. 155.
10. NHS England. *Professional Standards and Regulation in Pharmacy*. London : NHS, 2022. 58 p.

SECTION 19.

PHYSICAL CULTURE, SPORTS AND PHYSICAL THERAPY

Удовицький Сергій Володимирович

здобувач рівня вищої освіти факультету фізичної культури і спорту
Львівський державний університет фізичної культури імені Івана Боберського, Україна

Колупаєв Кирило Євгенович 

аспірант, здобувач ступеня доктора філософії
Львівський державний університет фізичної культури імені Івана Боберського, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ АДАПТОВАНИХ РУХЛИВИХ ІГОР У РОБОТІ З УЧНЯМИ З РОЗЛАДАМИ АУТИЧНОГО СПЕКТРА

У сучасних умовах розвитку інклюзивної освіти важливого значення набуває проблема організації ефективного фізичного виховання учнів з розладами аутичного спектра (РАС) [2]. Особливості психомоторного розвитку, труднощі соціальної взаємодії та недостатня залученість до колективної діяльності ускладнюють участь таких учнів у процесі фізичного виховання [1]. Одним із перспективних засобів підвищення рівня рухової активності та емоційного включення дітей з РАС є адаптовані рухливі ігри [3, 4].

З метою визначення особливостей використання адаптованих рухливих ігор у роботі з учнями з РАС було проведено анкетування 21 учителя фізичної культури закладів загальної середньої освіти, які працюють в умовах інклюзивного навчання. Анкетування проводилося анонімно в онлайн-форматі за допомогою Google Forms та було спрямоване на визначення труднощів організації уроків фізичної культури, особливостей використання адаптованих рухливих ігор і найбільш ефективних засобів залучення учнів з РАС до рухової діяльності.

Результати дослідження показали, що участь учнів з РАС у руховій діяльності є недостатньо стабільною. Лише 9,5 % учителів зазначили, що такі учні постійно беруть активну участь у руховій діяльності, тоді як 42,9 % респондентів вказали, що участь дітей у заняттях є лише епізодичною. Це свідчить про наявність труднощів залучення учнів з аутизмом до систематичної рухової активності в умовах інклюзивного навчання [4].

Найбільш поширеними труднощами під час уроків фізичної культури з учнями з РАС виявилися труднощі виконання інструкцій (81,0 %), уникнення взаємодії з однолітками (71,4 %), труднощі організації групових ігор (66,7 %) та сенсорна чутливість (61,9 %). Отримані результати підтверджують необхідність використання спеціальних педагогічних підходів, візуальної підтримки та адаптації змісту рухової діяльності відповідно до психофізичних особливостей дітей з аутизмом [1, 3].

Встановлено, що більшість учителів фізичної культури використовують адаптовані рухливі ігри у своїй практиці: 42,9 % респондентів застосовують їх часто, а 28,6 % постійно. Найбільш поширеними видами адаптованих рухливих ігор є ігри з м'ячем (85,7 %), координаційні вправи (76,2 %), естафети (71,4 %) та ігри з візуальною підтримкою (66,7 %).

Результати анкетування також засвідчили, що найбільш ефективними засобами залучення учнів з РАС до рухової діяльності вчителі вважають ігровий метод (85,7 %), індивідуальний підхід (81,0 %), позитивне підкріплення (76,2 %) та використання візуальних інструкцій (71,4 %). Більшість педагогів відзначили позитивний вплив адаптованих рухливих ігор на підвищення зацікавленості учнів у руховій діяльності, покращення взаємодії з однолітками, виконання інструкцій та зниження рівня тривожності під час занять.

Водночас 90,5 % учителів фізичної культури висловили потребу у методичних рекомендаціях щодо використання адаптованих рухливих ігор у роботі з учнями з розладами аутичного спектра. Це свідчить про актуальність проблеми методичного забезпечення інклюзивного фізичного виховання та підтверджує доцільність розроблення адаптованих програм рухливих ігор для учнів з РАС [3, 4].

Висновки: Результати анкетування підтвердили актуальність проблеми організації фізичного виховання учнів з розладами аутичного спектра в умовах інклюзивного навчання. Встановлено, що адаптовані рухливі ігри є ефективним засобом підвищення рухової активності, емоційного залучення та соціальної взаємодії учнів з РАС. Водночас виявлено потребу вчителів фізичної культури у методичних рекомендаціях щодо використання адаптованих рухливих ігор у роботі з дітьми з аутизмом.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з розробленням та експериментальною перевіркою адаптованих програм рухливих ігор для учнів різного віку в умовах інклюзивного навчання.

Список використаних джерел:

1. Боднар І., Хамаде А. Вплив авторської програми фізичного виховання на показники фізичної

- підготовленості школярів з аутизмом // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 15. Науково-педагогічні проблеми фізичної культури (фізична культура і спорт). 2021. Вип. 6К(135)21. С. 34–37.
2. Дячкіна Х., Соловей А. До проблеми залучення дітей з розладами аутичного спектра до уроків фізичної культури в умовах інклюзивного навчання // Collection of scientific papers «SCIENTIA» : materials of the International Scientific and Theoretical Conference (March 10, 2023; Valencia, Spain). Valencia, 2023. С. 234–235.
 3. Соловей А., Данилевич М., Ярошик М. Особливості інклюзивного фізичного виховання учнів з розладами аутичного спектра // Physical Culture and Sport: Scientific Perspective. 2025. № 1(1). С. 371–378. DOI: [https://doi.org/10.31891/pcs.2025.1\(1\).50](https://doi.org/10.31891/pcs.2025.1(1).50)
 4. Соловей А., Данилевич М., Ярошик М., Стефанишин Н. Соціальна інтеграція учнів з розладами аутичного спектра на уроках фізичної культури в умовах інклюзивної освіти // Вісник Прикарпатського університету. Серія: Фізична культура. 2025. № 44. С. 84–90. DOI: <https://doi.org/10.15330/fcult.44.84-90>.

SECTION 20.

ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION

Jabbarov Rustam Ravshanovich

Associate Professor, Department of Fine Arts and Engineering Graphics
Uzbekistan National Pedagogical University named after Nizami, Republic of Uzbekistan

Abdurashidxonova Muslimaxon Baxodirxon qizi

Second-Year Master's Student, Fine Arts
Uzbekistan National Pedagogical University named after Nizami, Republic of Uzbekistan

IMPROVING WOOD CARVING INSTRUCTION IN SPECIALIZED SCHOOLS THROUGH MODERN EDUCATIONAL TECHNOLOGIES

Abstract. *This paper investigates how wood carving instruction in specialized schools can be improved through the integration of modern educational technologies. The study examines pathways for aligning the STEAM paradigm, Project-Based Learning (PBL), and digital modeling methods with Uzbek national craft traditions. Drawing on constructivist learning theory and structured pedagogical observation, the findings demonstrate that digital tool integration yields measurable gains in student engagement, creativity, and technical accuracy. A five-stage instructional model is proposed, and targeted recommendations are offered for teacher professional development and educational policy.*

Keywords: *interactive pedagogy; competency-based education; reflective observation; abstract conceptualization; constructivism; STEAM integration; creativity; design thinking; specialized schools; wood carving.*

INTRODUCTION

The methodology of teaching applied arts and craft subjects is undergoing profound transformation across educational systems worldwide. On one hand, the pervasive integration of digital technologies is fundamentally reshaping the teacher–student relationship; on the other, the international scholarly community has come to regard competency-based approaches and creative thinking as indispensable components of twenty-first-century human capital (UNESCO, 2006; OECD, 2019). Wood carving instruction in specialized schools sits squarely at the intersection of these two forces: it brings together traditional manual craftsmanship, national cultural heritage, and the design competencies demanded by contemporary creative industries.

In the Republic of Uzbekistan, the Law on Education (2020) and the National Curriculum Reform concept have made it a policy priority to align practical arts and craft subjects in specialized school curricula with modern technologies. Yet

international research consistently shows that instructional practice in craft-oriented schools tends to remain anchored to a conventional demonstrate-and-replicate model (Pavlova, 2009) — one that develops technical imitation at the expense of independent creative thinking.

Robinson (2011) makes a pointed observation in this regard: contemporary schooling systems are structurally disposed toward training students to produce standardized correct answers rather than toward cultivating their natural creative capacity. Wood carving, by its very nature, holds the potential to transcend this tendency — but that potential goes unrealized without the deliberate support of modern pedagogical approaches and digital tools.

Against this backdrop, the present study pursues three interconnected objectives: to establish the theoretical foundations for applying STEAM methodology to wood carving instruction; to propose an integrative model that combines digital design tools with the traditional master-apprentice relationship; and to identify concrete criteria for assessing and developing students' creative competence within a competency-based framework.

LITERATURE REVIEW

Constructivism and experiential learning. Vygotsky's (1978) concept of the Zone of Proximal Development (ZPD) offers a particularly apt theoretical lens for applied arts education: it explains the cognitive-pedagogical logic of the master-apprentice relationship, in which the teacher's guidance is calibrated precisely to the boundary of what the learner can accomplish independently. Dewey's (1938) philosophy of learning through experience further enriches this picture, inviting us to understand the hands-on work of the wood carver — cutting, chiseling, and finishing — not as incidental manual labor but as a form of reflective cognitive engagement. Building on both traditions, Kolb's (1984) four-stage experiential learning cycle — concrete experience, reflective observation, abstract conceptualization, and active experimentation — has proven to be a highly productive framework for designing practical lessons in specialized schools.

The STEAM paradigm and arts education. First systematically articulated by Yakman (2008), the STEAM framework (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) has gained considerable traction internationally as a means of anchoring STEM disciplines in authentic creative and practical contexts. The UNESCO Seoul Agenda (2010) reinforces this direction, demonstrating that arts integration in education advances not only aesthetic sensibility but also cognitive development and socio-emotional growth. Research published in the *International Journal of Art & Design Education* corroborates these findings at the classroom level, reporting that students who receive sustained applied arts instruction show

significantly stronger problem-solving skills and higher creativity indices than their peers (Addison & Burgess, 2003).

Digital technologies and education. Jonassen (1999) introduced the concept of computers as mindtools — cognitive instruments that amplify and reorganize thinking rather than merely delivering information. This framing provides robust theoretical grounding for incorporating digital design applications such as AutoCAD, SketchUp, and Carveco into wood carving instruction: these tools do not replace the hand but extend the mind. Prensky's (2001) influential concept of the digital native reinforces the case for technology integration by arguing that contemporary learners approach digital tools not as external add-ons but as natural extensions of their cognitive repertoire. Empirical support comes from *Computers & Education*, where multiple studies report statistically significant improvements in students' spatial reasoning and design-thinking abilities following the introduction of 3D modeling software.

Competency-based vocational education. The OECD's (2019) Learning Compass 2030 framework identifies three clusters of transformative competence — agency, the capacity to reconcile tensions and dilemmas, and the ability to take responsibility — and positions arts and applied education as a primary vehicle for their development. Pavlova's (2009) foundational monograph presents a comprehensive model for applying competency-based thinking to technology and craft education, and it serves in the present study as the chief methodological reference for constructing a competency matrix tailored to wood carving.

Project-Based Learning. Krajcik and Shin's (2014) landmark chapter provides compelling empirical evidence that Project-Based Learning (PBL) consistently improves student motivation and the quality of learning outcomes in applied arts and technology subjects. When PBL is transposed into a wood carving context, students set the creation of a real, tangible object — an exhibition piece, a furniture component, a traditional toy — as their primary goal and assume ownership of the planning process. This shift from passive replication to purposeful making substantially deepens the meaningfulness of the entire instructional experience.

RESEARCH METHODOLOGY

The study draws on four complementary methodological strands: a systematic literature review and conceptual synthesis; structured comparative pedagogical analysis; direct classroom observation; and expert-evaluated lesson design. The overall research design is grounded in constructivism and the paradigm of systematic pedagogy, which together orient the inquiry toward understanding how knowledge is actively built rather than passively received.

The empirical work was carried out at the Republican Specialized Art School named after Pavel Benkov in Tashkent, selected for its established wood carving curriculum and its demographic diversity across grades 7, 8, and 9. Over the observation period, conventional lessons and technology-integrated lessons were placed in direct comparison. An expert panel of five specialists assessed each lesson against three criteria: a student engagement index; the technical quality of the finished product; and a creativity score derived from an adapted version of the Torrance Tests of Creative Thinking. The full research design is set out in Table 1.

*Table 1***Research Phases, Methods, and Instruments**

No.	Phase	Method	Instrument	Duration
1	Literature review and conceptual synthesis	Bibliographic analysis; thematic coding	Web of Science; Scopus databases	3 months
2	Comparative pedagogical analysis	Structured comparison; matrix analysis	Curriculum documents; international standards	2 months
3	Pedagogical observation	Structured observation; protocol recording	Republican Specialized Art School named after Pavel Benkov	4 months
4	Lesson design and expert assessment	Descriptive rubric; expert panel discussion	5 specialists; Torrance scale (adapted)	2 months
5	Synthesis of findings and formulation of recommendations	Inductive synthesis; applied modeling	Conceptual map; instructional model	1 month

ANALYSIS AND DISCUSSION

Limitations of the conventional instructional model. Observational data reveal that 78% of wood carving lessons at the school under study follow a uniform demonstrate-and-replicate structure: the teacher demonstrates a technique, and students reproduce it by imitation. This approach is not without merit — it builds procedural fluency — but it carries a significant pedagogical cost. Mapped onto Bloom's (1956) cognitive taxonomy, it consistently confines students to the two lowest levels: remembering and understanding. Higher-order operations — independent design, critical analysis, creative synthesis — are rarely observed under

such conditions, leaving much of the discipline's intellectual and creative potential untapped.

Wood carving as a natural STEAM platform. One of the more striking findings of the study is just how organically wood carving accommodates all five dimensions of STEAM. The science of plant cell structure and wood grain informs every cut (Science); power tools, laser-cut stencils, and CNC equipment represent the technological dimension (Technology); calculating the load-bearing properties of joints and components is a genuine engineering task (Engineering); pattern composition, ornamental balance, and aesthetic judgment are at the heart of the craft (Arts); and the computation of proportions, symmetry axes, and scale ratios is inescapably mathematical (Mathematics). Rather than forcing an artificial interdisciplinary connection, STEAM integration in this context simply makes visible what was always already there (Yakman, 2008).

Pedagogical effects of digital tool integration. In an experimental lesson conducted as part of this study, students at the specialized art school were asked to design their own carved pattern digitally in SketchUp Free before committing it to wood. The results were unambiguous. The student engagement index in the technology-integrated lesson was 2.3 times higher than in a comparable conventional lesson, and the mean number of technical errors fell by 34% — a reduction the experts attributed to the iterative revision afforded by the digital environment: students could test, discard, and refine their designs without wasting material or time. This finding is consistent with Jonassen's (1999) argument that computers, when used as mindtools, restructure rather than merely supplement cognitive activity. The full comparative data are presented in Table 2.

Table 2

Comparative Effectiveness of Conventional and Technology-Integrated Lessons

Assessment Criterion	Conventional (n=42)	Technology-Integrated (n=38)	Change (%)	Significance
Student engagement index (1–10)	4.2	7.8	+85.7%	$p < 0.01$
Technical errors per student (mean)	6.1	4.0	–34.4%	$p < 0.05$
Creativity score (Torrance, adapted)	3.9	6.7	+71.8%	$p < 0.01$
Quality of finished product (1–10)	5.6	7.4	+32.1%	$p < 0.05$

Table continuation 2

Self-assessment accuracy (%)	51%	74%	+45.1%	$p < 0.05$
------------------------------	-----	-----	--------	------------

The pattern across all five criteria is consistent and statistically robust. Particularly noteworthy are the gains in creativity scores and student engagement, which the expert panel attributed to the fuller realization of Kolb's (1984) experiential learning cycle: by inserting a structured digital design phase between the teacher's initial demonstration and the student's physical execution, the lesson creates deliberate space for reflective observation and abstract conceptualization — stages that the conventional model effectively skips.

Digital toolkit for specialized schools. A recurring concern in discussions of technology integration is cost and accessibility. The toolkit proposed here was selected specifically with resource-constrained specialized schools in mind: SketchUp or Tinkercad (both available free of charge) for three-dimensional pattern modeling; Inkscape, an open-source vector graphics editor, for stencil design; YouTube Studio and Canva Education for producing instructional video content; and Google Classroom or Microsoft Teams for portfolio management and real-time formative feedback. Each of these tools is freely available, platform-agnostic, and already familiar to many students — a configuration that aligns naturally with Prensky's (2001) observation that the current generation of learners treats digital environments not as foreign territory but as a native medium.

National craft heritage as a pedagogical resource. A distinct contribution of this study is its argument that the traditions of Uzbek wood carving — the historic schools of Khiva, Bukhara, and Samarkand — should be actively reframed not merely as objects of cultural veneration but as living pedagogical resources. The traditional ornamental systems of *islmi* (floral arabesques built on interlocking vegetal scrolls) and *girikh* (geometric interlace governed by strict mathematical rules) are, among other things, concrete embodiments of symmetry, tessellation, fractal self-similarity, and modular proportion — concepts that lie at the heart of both mathematics and design education. As Craft (2000) argues, effective creativity education is oriented less toward the production of singular masterworks than toward cultivating what she calls *little-c* creativity: the everyday capacity to identify, frame, and solve problems imaginatively. The national carving corpus offers an exceptionally rich body of contextualized material through which that capacity can be developed.

PRACTICAL PEDAGOGICAL RECOMMENDATIONS

On the basis of the foregoing analysis and its dialogue with the international

pedagogical literature, the following five-stage instructional model is proposed for wood carving classes in specialized schools. The model is not a rigid script but a flexible architecture that teachers can adapt to their context, available resources, and learner cohort.

Table 3

A Five-Stage Model for Technology-Integrated Wood Carving Instruction

Stage	Pedagogical Objective	Technological Tool	Teacher's Role	Assessment Form
I. Motivation	Activate prior knowledge; establish authentic, meaningful context for the task	Multimedia presentation; virtual gallery tour	Facilitator; question-poser	Whole-class discussion; mind-map
II. Conceptual design	Develop spatial reasoning and design thinking through digital sketching and 3D modeling	SketchUp; Inkscape; Tinkercad	Technical consultant; formative feedback provider	Digital portfolio; structured peer review
III. Practical execution	Build manual craftsmanship; cultivate precision, patience, and material awareness	Instructional video demonstration; workshop practice	Master craftsman; safety supervisor	Observation rubric; ongoing process portfolio
IV. Reflection and refinement	Develop critical self-assessment; use evaluative feedback to improve the finished work	Google Forms; video commentary; Padlet board	Moderator; co-evaluator	Formative assessment; reflective survey
V. Presentation and community engagement	Consolidate professional identity; situate individual work within a broader cultural and social context	School exhibition; partnership with local museums or cultural institutions	Coordinator; institutional liaison	Summative grade; public audience feedback

The model's theoretical coherence rests on two pillars. First, it covers all four stages of Kolb's (1984) experiential learning cycle: Stages III and IV supply

concrete experience and reflective observation respectively, while Stage II is the locus of abstract conceptualization, and Stages I and V drive active experimentation and transfer. Second, the model enacts Vygotsky's (1978) principle of scaffolded instruction: at each stage, the teacher provides support calibrated to just beyond the learner's current independent capability, then withdraws that support incrementally as competence grows.

With respect to teacher professional development, three priorities warrant particular attention. First, specialized in-service training programmes — of no fewer than 72 contact hours — should be established to equip arts educators with the digital skills and pedagogical frameworks needed to implement technology-integrated instruction confidently. Second, sustained engagement with international arts education communities — among them NSEAD (United Kingdom), Aalto University (Finland), and Politecnico di Milano (Italy) — would expose teachers to diverse models of craft pedagogy and help anchor local practice within a global professional dialogue. Third, schools should establish Professional Learning Communities (PLCs) that give teachers protected time for collaborative lesson planning, peer observation, and structured reflection. Alongside these human-resource investments, the creation of well-equipped innovation laboratory spaces at the school level would provide the physical infrastructure that meaningful hands-on and digital learning requires.

CONCLUSION

This study set out to examine how wood carving instruction in specialized schools can be made more effective, more engaging, and more creatively demanding through the purposeful integration of modern educational technologies. The findings support five principal conclusions.

–Wood carving is among the most naturally STEAM-compatible subjects in the specialized school curriculum. Its full pedagogical potential — spanning scientific, technological, mathematical, and artistic dimensions simultaneously — cannot be realized within a unidirectional demonstrate-and-replicate model.

–Integrating digital modeling tools into the instructional sequence increases student engagement by 85.7% and creativity scores by 71.8%, while reducing technical errors by 34.4%. These gains are not incidental: they reflect the deeper cognitive work that becomes possible when students are given space to design, revise, and reflect before committing to irreversible physical execution.

–The carving traditions of Khiva, Bukhara, and Samarkand constitute an underutilized pedagogical resource of considerable richness. When these traditions are brought into the classroom not merely as heritage content but as living design

systems grounded in geometry and mathematical structure, they simultaneously deepen disciplinary learning and reinforce students' sense of cultural identity and professional belonging.

–The five-stage model proposed here synthesizes the insights of Kolb, Vygotsky, and Dewey into a practical instructional architecture. Its application during the observational phase of this study produced consistent, measurable improvements across all assessment criteria.

–None of these gains will be sustainable without parallel investment in teacher development. Equipping educators with digital competence, pedagogical flexibility, and access to professional learning networks is the single most critical enabling condition for reform.

Three directions for future research emerge naturally from this work. A longitudinal study tracking the effects of VR/AR technology on student learning in wood carving would extend the present findings into a richer technological register. The development of a standardized national instrument for assessing creative competence in craft education would give the field a shared evaluative language. Finally, the construction of a curated digital archive of Uzbekistan's regional carving traditions — made accessible within school curricula — would transform an invaluable cultural inheritance into a living pedagogical resource for generations of future craftspeople.

References:

1. Addison, N., & Burgess, L. (2003). *Issues in art and design teaching*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203464731>
2. Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (Eds.). (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's educational objectives*. Longman.
3. Bloom, B. S. (Ed.). (1956). *Taxonomy of educational objectives: Handbook I — Cognitive domain*. David McKay Company.
4. Craft, A. (2000). *Creativity across the primary curriculum: Framing and developing practice*. Routledge.
5. Dewey, J. (1938). *Experience and education*. Collier Books / Macmillan.
6. Eisner, E. W. (2002). *The arts and the creation of mind*. Yale University Press.
7. Gardner, H. (1993). *Multiple intelligences: The theory in practice*. Basic Books.
8. Jonassen, D. H. (1999). *Computers as mindtools for schools: Engaging critical thinking* (2nd ed.). Prentice Hall.
9. Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice-Hall.
10. Krajcik, J., & Shin, N. (2014). Project-based learning. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (2nd ed., pp. 275–297). Cambridge University Press.
11. OECD. (2019). *OECD learning compass 2030: A series of concept notes*. OECD Publishing. <https://www.oecd.org/education/2030-project/>
12. OECD. (2023). *Education at a glance 2023: OECD indicators*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/e13bef63-en>
13. Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books.
14. Pavlova, M. (2009). *Technology and vocational education for sustainable development: Empowering individuals for the future*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9757-7>
15. Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants. *On the Horizon*, 9(5), 1–6. <https://doi.org/10.1108/10748120110424816>
16. Robinson, K. (2011). *Out of our minds: Learning to be creative* (2nd ed.). Capstone Publishing.
17. UNESCO. (2006). *Road map for arts education: Building creative capacities for the 21st century*. UNESCO World

Conference on Arts Education, Lisbon.

18. UNESCO. (2010). Seoul agenda: Goals for the development of arts education. UNESCO Second World Conference on Arts Education, Seoul.
19. Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
20. Yakman, G. (2008, July). STEAM education: An overview of creating a model of integrative education. In *Proceedings of the PATT-17 & PATT-19 Conference* (pp. 335–358). Delft University of Technology.

Мотиль Олена Олександрівна
головний судовий експерт відділу будівельних,
земельних досліджень та оціночної діяльності
*Харківський науково-дослідний експертно-криміналістичний
центр МВС України, Україна*

ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ НАТУРНОГО ОБСТЕЖЕННЯ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД З МЕТОЮ ВИЗНАЧЕННЯ МАТЕРІАЛЬНОЇ ШКОДИ

У сучасних умовах інтенсивного розвитку урбанізованого середовища, а також зростання кількості надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, особливого значення набуває питання оцінки технічного стану будівель і споруд. В Україні ця проблема набула особливої актуальності у зв'язку з пошкодженням об'єктів будівництва внаслідок воєнних дій, що потребує оперативного та об'єктивного визначення матеріальної шкоди.

Натурне обстеження є одним із основних інструментів будівельно-технічної експертизи, що дозволяє встановити фактичний стан конструкцій, виявити дефекти та пошкодження, а також визначити обсяг відновлювальних робіт. Його результати є основою для прийняття управлінських рішень щодо ремонту, реконструкції або демонтажу об'єктів будівництва [1].

Проведення натурального обстеження будівель і споруд в Україні регламентується низкою нормативних документів, що визначають загальні вимоги до забезпечення надійності, безпеки та експлуатаційної придатності об'єктів.

Основними документами є державні будівельні норми (ДБН) та державні стандарти (ДСТУ), які встановлюють: порядок проведення обстежень, класифікацію технічного стану, вимоги до оформлення результатів.

Зокрема, відповідно до ДБН В.1.2-14:2018 визначаються принципи забезпечення конструктивної безпеки [1], а ДСТУ 9273:2024 регламентує порядок обстеження існуючих будівель [2]. Важливе значення мають також міжнародні стандарти, зокрема ISO 13822:2010, що визначає підходи до оцінки існуючих конструкцій [3].

Натурне обстеження — це комплекс інженерно-технічних заходів, спрямованих на визначення фактичного технічного стану будівлі або споруди на основі безпосереднього огляду та дослідження конструкцій.

Основними завданнями є: виявлення дефектів і пошкоджень;

встановлення причин їх виникнення, оцінка залишкової несучої здатності конструкцій, визначення можливості подальшої експлуатації, оцінка матеріальної шкоди.

Особливістю сучасних обстежень є необхідність їх виконання в умовах обмеженого часу та підвищеної небезпеки, що вимагає застосування ефективних методів і технологій.

Процес натурального обстеження складається з кількох послідовних етапів.

Підготовчий етап. На цьому етапі здійснюється збір та аналіз вихідної інформації: проектна документація, технічні паспорти, дані попередніх обстежень, відомості про умови експлуатації.

Візуальний огляд є базовим етапом, що дозволяє швидко оцінити стан об'єкта будівництва. У процесі обстеження фіксуються: тріщини (ширина, довжина, напрямок), деформації конструкцій, руйнування матеріалів, корозійні процеси, пошкодження інженерних мереж. Застосовуються фото- та відеофіксація, складаються схеми пошкоджень.

Інструментальні методи дозволяють отримати кількісні характеристики технічного стану конструкцій. Найбільш поширеними є: ультразвукові методи визначення дефектів; методи неруйнівного контролю міцності бетону; геодезичні вимірювання деформацій; тепловізійна діагностика.

У разі необхідності проводиться відбір зразків матеріалів для визначення їх фізико-механічних властивостей в лабораторних умовах.

На основі отриманих даних визначається: ступінь пошкодження, придатність до експлуатації, необхідність ремонту або демонтажу.

Матеріальна шкода визначається як вартісне вираження втрат, спричинених пошкодженням або руйнуванням об'єкта. Її визначають з урахуванням: вартості відновлення або заміни конструкцій, ступеня фізичного зносу, втрати функціональності об'єкта, непрямих збитків. Основним є витратний підхід, який базується на визначенні вартості ремонтно-відновлювальних робіт з урахуванням фізичного зносу [4]. Важливим є застосування кошторисних норм та методик оцінки збитків, що забезпечують об'єктивність розрахунків.

Серед основних проблем при обстеженні будівель та споруд є: відсутність проектної документації в повному обсязі, обмежений доступ до пошкоджених об'єктів, необхідність швидкого проведення обстежень у кризових умовах. Особливо складними є обстеження пошкоджених або аварійних будівель, де існує ризик обвалення.

Розвиток цифрових технологій значно розширює можливості натурального обстеження. До сучасних інструментів належать: безпілотні літальні апарати

(дрони), лазерне 3D-сканування, автоматизовані системи моніторингу. Їх використання дозволяє підвищити точність, швидкість та безпеку обстежень.

Натурне обстеження є основою для об'єктивного визначення матеріальної шкоди власникам будівель і споруд. Комплексний підхід, що включає візуальні, інструментальні та аналітичні методи, дозволяє отримати достовірні результати. Подальший розвиток методик пов'язаний із впровадженням цифрових технологій та вдосконаленням нормативної бази.

Список використаних джерел:

1. ДБН В.1.2-14:2018 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. Зі Зміною № 1 затверджено наказом Мінрегіону від 02.08.2018 № 198
2. ДСТУ 9273:2024 Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінювання їхнього технічного стану. Механічний опір та стійкість Затверджена наказом Державного підприємства «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» (ДП «УкрНДНЦ») від 09 січня 2024 р. № 11.
3. ISO 13822:2010. Assessment of existing structures.
4. Кравчуновська Т.С. Технічна експертиза будівель і споруд. – Київ: КНУБА, 2019.

SECTION 21.

CULTURE AND ART

Maslak Viktoriia Ihorivna 

Doctor of Philosophy (PhD) in Culture and Arts
Kharkiv State Academy of Design and Arts, Ukraine

PACKAGING WITH ELEMENTS OF SHOCK VISUAL EFFECT

In the premium spirits segment, branding goes far beyond the product itself, contained in the bottle. It is the packaging that creates the first impression, influences the emotional perception of the brand and often becomes a factor that determines the purchase decision. As the premium spirits market continues to develop, innovative and environmentally responsible packaging solutions are becoming increasingly important [1].

In the premium alcohol segment, shock advertising has evolved into a sophisticated form of visual provocation aimed not at aggression, but at creating a memorable brand image. In a saturated market, packaging and advertising visuals become key tools of differentiation, appealing to themes of mysticism, seasonality, and theatrical tension. This is particularly evident in Halloween packaging, limited editions, and niche alcohol brands, where strong visual imagery and limited circulation enhance the collectible value of the product. Thus, shock packaging in this category functions as a strategy of controlled visual tension that supports brand recognition, seasonal relevance, and premium positioning.

In the general sense, shock advertising was formed as a way of attracting attention by appealing to taboo topics - fear, death, sexuality and violence, that is, to those images that instantly take the audience out of a state of neutral perception. In the alcohol segment, this approach became particularly pronounced at a time when brands began to compete not only for the taste of the product, but also for its visual image, the ritual of consumption and social symbolism. Therefore, “shock” in premium alcohol often appears not as a direct provocation, but as stylized eccentricity, Gothic imagery or a deliberately tense emotional atmosphere [2].

The alcohol market is traditionally a favorable environment for the use of strong and emotionally charged images, since packaging in this area performs not only the function of protecting and identifying the product, but also forms a certain

consumption scenario - associations with parties, status, ritual, collectible value or seasonality. For the premium segment, this is of particular importance: the higher the cost of the product, the more often the packaging is focused not on explaining the characteristics of the product, but on creating an atmosphere and clearly distinguishing the brand from the mass market. In this context, the shock effect is used mainly not as a means of disgust, but as a tool for enhancing memorability and forming a brand that causes public discussion [3].

Shock-oriented packaging can be considered a valid form of communication design, targeting a narrow but clearly defined target audience; in the premium alcohol and seasonal segments, this approach serves the function of differentiation, enhancing emotional response, and creating a memorable brand.

The literature on premium spirits packaging emphasizes that packaging acts as a “silent salesman” i.e., it shapes expectations before the product is tasted. Research and analytical reviews also emphasize the importance of materials, color, tactility, unconventional shape, and storytelling to enhance perceptions of quality and exclusivity. In this sense, shock-oriented packaging does not contradict the logic of premiumness, as long as shock does not destroy quality, but rather enhances memorability and sets the product apart from the mass segment [4; 5].

At the same time, the question of “good” design here cannot be reduced only to the taste of the majority. In a professional sense, good design is that which achieves the set goal, remains readable, functional and does not destroy trust in the product. If shock packaging looks like a random provocation without a concept, it weakens as brand communication; if it is built on a clear idea, seasonal context and appropriate audience, then it becomes a full-fledged design strategy.

Let us consider successful cases of alcohol packaging that employ various means of representing “shock packaging.” This study excludes examples based on humorous interpretations of death or fear; instead, it focuses on packaging intended to evoke anxiety, fear, or convey a profound symbolic narrative.

Based on the analysis, several key approaches to this stylistic direction can be identified: 1) visual techniques — through graphics and imagery on labels; 2) tactile techniques — through textures, embossing, and relief elements on the bottle surface; 3) form-based techniques — through unconventional packaging shapes; 4) material-object techniques — through the inclusion of unusual elements directly inside the product; 5) interactive techniques — through engaging the consumer in an emotional or sensory experience.

An example of a visual technique can be observed in the “Frozen Ghost” vodka design created by Levenson & Hill. The packaging concept recreates the atmosphere

of a horror film: a figurine trapped inside the bottle appears frozen in ice, reinforcing the association with the brand name and creating the effect of a disturbing narrative. The design refers to a mystical story about people “whose names are lost to time” [6].

A tactile approach is implemented in the design of Extra Añejo tequila by the Soledad brand, created by Hi Estudio. The project is dedicated to the Mexican Día de Muertos (“Day of the Dead”) tradition. In 2021, the designers drew inspiration from the “el muro de los muertos” (“Wall of the Dead”) located in Ajijic, a town on the northern shore of Lake Chapala in Mexico. The bottle preserves the traditional Soledad shape, while its surface is decorated with a series of embossed skulls in a насыщенный помаранчевый burnt-clay color that references the material of the original wall. This solution creates not only a visual but also a tactile experience, emphasizing the idea of honoring the memory of the deceased [7].

A form-based technique is demonstrated by KAH Blanco tequila, whose packaging takes the form of a hand-painted skull decanter. The design is inspired by the Bolivian tradition of honoring ancestral skulls as symbols of remembrance, protection, and the celebratory spirit of Día de los Muertos [8]. Such solutions possess strong emotional expressiveness; however, the complexity of the form significantly complicates and increases the cost of mass production. Consequently, such products are usually aimed at niche audiences and collectors.

The combination of sculptural and interactive aesthetics can be seen in the “Spine Vodka” concept created by the German designer Johannes Schulz. The central design element is a three-dimensional representation of the human spine and rib cage integrated into the bottle shape. This approach is intended to provoke a strong emotional response from consumers and metaphorically emphasize the “character” of the drink. At the same time, such aesthetics remain controversial, as they may simultaneously attract attention and evoke disgust [9].

A material-object technique is implemented in “Tarantula Vodka” by the Thailand Unique brand. The product contains a real tarantula inside the bottle, which, combined with its aggressive visual language, creates an effect of shock and repulsion. The concept draws on Southeast Asian traditions in which infusions made with exotic ingredients — such as snakes, spiders, and herbs — are associated with restoring vitality and possessing healing properties. Each bottle is positioned not only as an alcoholic beverage but also as a collectible object [10].

Conclusion. The study revealed that shock-oriented packaging in premium alcohol functions as a communication strategy aimed at emotional engagement, memorability, and differentiation. Its effectiveness depends on balancing

provocation with conceptual clarity, where storytelling and context transform shock aesthetics into a strategic design tool.

References:

1. London Spirits Competition. *The role of packaging in premium spirit branding*. <https://londonspiritscompetition.com/en/blog/producer-profiles-2/the-role-of-packaging-in-premium-spirit-branding-1025.htm>
2. Lee, M. S. W., Septianto, F., Bentham, C., & Gao, E. (2020). Condoms and bananas: Shock advertising explained through congruence theory. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 57, 102228. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2020.102228>
3. Gamer Packaging. *Standing out in a crowded spirits market: The power of packaging design*. <https://www.gamerpackaging.com/standing-out-in-a-crowded-spirits-market/>
4. Noland Studio. *Luxury packaging design for premium spirit brands*. <https://noland.studio/luxury-packaging-design-for-premium-spirit-brands/>
5. Macher. *Re-defining luxury liquor packaging*. <https://macher.com.au/re-defining-luxury-liquor-packaging/>
6. Feeldesain. *Frozen Ghost vodka*. <https://www.feeldesain.com/frozen-ghost-vodka.html>
7. Pentawards. *Hi Estudio's special edition bottle and packaging design for Soledad's Extra Añejo Tequila*. <https://pentawards.com/live/es/node/newsarticle-hi-estudio-s-special-edition-bottle-and-packaging-design-for-soledad-s-extra-a-ejo-tequila>
8. Cove27. *KAH Blanco Tequila*. <https://cove27.co.nz/products/kah-blanco-tequila>
9. Feeldesain. *SpineVodka by Johannes Schulz*. <https://www.feeldesain.com/spinevodka-by-johannes-schulz.html>
10. Thailand Unique. *Tarantula vodka infusion bottle*. <https://www.thailandunique.com/other-thai-products/drinks/tarantula-vodka-infusion-bottle>

Білова Наталія Костянтинівна 

канд. пед. наук, професор, професор кафедри теоретичної,
музично-інструментальної та вокальної підготовки

*ДЗ «Південноукраїнський національний
педагогічний університет імені К. Д. Ушинського», Україна*

ПЕДАГОГІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ З ПОЛІСТИЛІСТИЧНИМ РЕПЕРТУАРОМ ЯК ОСНОВА ІНТЕРПРЕТАЦІЙНОЇ МОБІЛЬНОСТІ ВИКОНАВЦЯ- ІНСТРУМЕНТАЛІСТА

Сучасний соціокультурний простір характеризується інтенсивними процесами глобалізації, інтеграції та поліфонічності смислових вимірів, що безпосередньо позначається на векторі розвитку музичного мистецтва та виконавства. Художня культура XXI століття актуалізує явище полістилістики, яке виникає як закономірна реакція на потребу діалогу між різними епохами, національними традиціями та композиторськими техніками. У контексті музично-інструментального виконавства полістилістичний репертуар висуває принципово нові вимоги до професійних якостей музиканта, трансформуючи класичну парадигму мислення та виконавської діяльності.

Традиційна система підготовки виконавця часто орієнтована на послідовне або монолінійне опанування історичних стилів, що в умовах сучасного художнього плюралізму виявляється недостатнім для повноцінної самореалізації митця. Особливої гостроти набуває питання формування професійної гнучкості та здатності виконавця оперативно перемикатися між полярними естетичними кодами в межах одного твору. Саме тому виникає об'єктивна необхідність у теоретичному обґрунтуванні та практичному впровадженні новітніх педагогічних технологій, які б дозволили майбутньому виконавцю не просто відтворювати нотний текст, а виступати повноцінним суб'єктом художньої комунікації, наділеним високим рівнем адаптивності [1].

Проблема виконавської інтерпретації, стильового синтезу та впровадження інноваційних технологій у навчальний процес постійно перебуває в центрі уваги науковців. Питання формування виконавської майстерності інструменталістів, зокрема піаністів, їхнього стильового мислення та творчої самостійності висвітлювали у своїх наукових розвідках О. Зінкевич, О. Рощенко, Н. Свириденко, В. Шульгіна та ін.

Поняття педагогічної технології в контексті мистецької освіти активно

розробляється сучасними дослідниками, серед яких варто відзначити наукові пошуки О. Олексюк, Г. Падалки, О. Ребрової та ін., які розглядають інноваційні методики як інструмент інтенсифікації професійного становлення музиканта.

На думку Ї Ян, сучасний етап розвитку виконавського мистецтва вимагає ретельного переосмислення ключових категорій, які визначають професійну спроможність музиканта, серед яких особливе місце посідає інтерпретаційна мобільність піаніста. Ця категорія є складним, інтегративним утворенням, що відображає здатність виконавця до динамічного оновлення власного художнього досвіду, швидкої адаптації до змінених стильових координат та гнучкого оперування різноманітними виконавськими засобами [5, с. 170].

У науковому дискурсі концепт мобільності та гнучкості мислення митця розглядається крізь призму різних мистецтвознавчих та психолого-педагогічних підходів. Зокрема, дослідники виконавської культури трактують цю властивість як вищий прояв стильового чуття та інтелектуальної свободи музиканта, що дозволяє уникати штамтів і стереотипів під час відтворення багатопарових текстових структур [5].

Науковці, які вивчають психологію художньої творчості, пов'язують інтерпретаційну мобільність із лабільністю психічних процесів, розвиненою емпатією та здатністю до миттєвого перемикавання уваги між гетерогенними естетичними системами. Таким чином, зазначене поняття постає не просто як технічна навичка, а як фундаментальна якість художнього мислення, що інтегрує інтелектуальні, емоційні та моторно-рухові ресурси піаніста задля створення переконливої художньої концепції [2, с. 90].

Ефективне формування цієї інтегративної якості неможливе без застосування відповідного педагогічного інструментарію, що актуалізує розгляд поняття педагогічних технологій у системі вищої освіти. У загальнопедагогічному вимірі під технологією розуміють систематизовану сукупність науково обґрунтованих методів, прийомів і засобів навчання, спрямованих на проектування та гарантоване досягнення чітко визначених виховних і дидактичних цілей [3, с. 56].

Перенесення цього концепту в площину мистецької освіти супроводжується його суттєвою трансформацією, оскільки специфіка творчої діяльності виключає сліпе копіювання чи механічну алгоритмізацію дій. Педагогічні технології в мистецькій освіті набувають ознак гнучких, евристичних моделей взаємодії між викладачем та студентом, де головна увага приділяється пробудженню внутрішнього творчого потенціалу особистості, розвитку її інтуїції та здатності до саморегуляції. Такі технології

спрямовані на створення особливого художньо-комунікативного середовища, у якому засвоєння професійних знань відбувається через активне переосмислення цінностей та самостійний пошук індивідуальних виконавських рішень [3].

Як вказує Н. Білова, найбільш сприятливим підґрунтям для розгортання таких технологій виступає сучасний полістилістичний музичний репертуар, який віддзеркалює складні соціокультурні трансформації нашого часу. Полістилістика в інструментальній музиці ХХ–ХХІ століть виявляється через свідоме поєднання в межах одного твору елементів різних історичних стилів, цитування, алюзії, колажі та взаємодію класичних традицій із масовою культурою, джазом чи авангардними техніками [1, с. 2590].

Яскравими прикладами такого підходу є твори багатьох європейських та американських авторів, зокрема Ш. Айвза, Л. Беріо, а також українських композиторів, чий внесок у світову скарбницю є надзвичайно вагомим. Так, наприклад, у творчості О. Козаренка, зокрема в його циклах фортепіанних п'єс, спостерігається унікальне поєднання небарокових та неоромантичних тенденцій, експресіоністичної гостроти фактури та постмодерної рефлексії над музичною історією. Фортепіанні твори М. Скорика, такі як «Коломийка» або «Джазові п'єси», демонструють органічний синтез карпатського фольклору, неокласичних засад та джазової ритмогармонічної системи. Твори І. Карабиця та В. Гаврилець так само пропонують виконавцю складні полістилістичні лабіринти, де барокова поліфонія може вільно переплітатися з експресіоністичною гостротою або сонористичними ефектами, вимагаючи від піаніста колосального стильового кругозору [4].

Робота над таким специфічним матеріалом актуалізує розробку та впровадження конкретних прикладів педагогічних технологій, які мають чіткий векторний акцент на розвиток саме інтерпретаційної мобільності. Однією з таких моделей є технологія контекстуально-стильового моделювання, яка передбачає попередній глибокий семіотичний аналіз нотного тексту, де студент разом із педагогом виокремлює різні стильові пласти, досліджує їхнє історичне походження та з'ясовує художню функцію кожного запозиченого елемента. Наступним кроком стає технологія виконавської трансформації, у межах якої піаністу пропонується свідомо утрирувати або змінювати спосіб звуковидобування під час переходу від одного стильового фрагмента до іншого, наприклад, миттєво переходити від сухого, артикульованого барокового *non legato* до глибокої, педалізованої романтичної кантілени.

Важливе місце посідає також технологія ігрового моделювання

стильових діалогів, де студент має уявити внутрішню дискусію між авторами різних епох, чий стилі зіткнулися в тексті п'єси й передати цей конфлікт або примирення крізь тонкі градації динаміки, агогіки та тембрального забарвлення. Застосування цих технологій дозволяє перетворити процес вивчення полістилістичного твору на усвідомлений акт формування інтерпретаційної мобільності, оскільки музикант-виконавець вчиться не просто грати в різних стилях, а миттєво перебудовувати свій апарат, мислення та емоційне налаштування, досягаючи цілісності художнього вислову в умовах стильової множинності [1].

Підсумовуючи зазначимо, що розвиток сучасної музичної культури ХХ–ХХІ століть актуалізував феномен полістилістики, що вимагає докорінної зміни традиційних підходів до навчання піаністів, оскільки провідною професійною ознакою сучасного виконавця стає інтерпретаційна мобільність, яка виражається у здатності швидко адаптуватися до полярних естетичних кодів і гнучко керувати власними технічними та емоційними ресурсами.

Найбільш оптимальним матеріалом для практичної реалізації таких завдань виступає сучасний полістилістичний репертуар, зокрема інструментальні твори європейських та українських композиторів, адже специфіка цієї музики безпосередньо спонукає до розробки цільового інструментарію, серед якого особливу ефективність демонструють технології контекстуально-стильового моделювання, виконавської трансформації та ігрових стильових діалогів.

Список використаних джерел:

1. Білова, Н. (2025). Полістилістика як концепт художнього мислення у контексті сучасного музичного мистецтва. *Вісник науки та освіти*, 5(35), 2589–2601.
2. Карпенко, Н. А. (2016). Психологія творчості: навч. посібник. Львів: ЛьвДУВС. 234 с.
3. Онофрійчук, Л. М., & Кравцова, Н. Є. (2021). Художньо-педагогічні технології в музичній освіті: навчально-методичний посібник. Вінниця. 245 с.
4. Травкіна, Н. (2026). Формування піаністичної культури в процесі фахової підготовки майбутнього музиканта. *Fine Art and Culture Studies*, 1, 175–181. <https://doi.org/10.32782/facs-2026-1-24>
5. Ї, Ян. (2022). Виконавська стабільність піаніста та специфіка її формування у процесі підготовки до концертно-сценічної діяльності. *Часопис Національної музичної академії України імені П. І. Чайковського*, 3-4 (56-57), 169–182. [https://doi.org/10.31318/2414-052X.3-4\(56-57\).2022.278237](https://doi.org/10.31318/2414-052X.3-4(56-57).2022.278237)

Вакуленко Ольга Вікторівна 

старший викладач кафедри інформаційних, мультимедійних технологій та дизайну
Черкаський державний фаховий бізнес-коледж, Україна

Манзенко Іван Володимирович 

викладач кафедри інформаційних, мультимедійних технологій та дизайну
Черкаський державний фаховий бізнес-коледж, Україна

Сіра Оксана Валентинівна 

викладач вищої категорії кафедри інформаційних, мультимедійних технологій та дизайну
Черкаський державний фаховий бізнес-коледж, Україна

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ В ДЕКОРАТИВНОМУ ЖИВОПИСІ

У статті здійснено комплексний аналіз сучасного декоративного живопису як складного художнього явища, що формується в умовах трансформації візуальної культури XXI століття. Сучасний декоративний живопис розглядається не лише як напрям образотворчого мистецтва, а як особлива система художнього мислення, що поєднує традиційні образотворчі принципи з новітніми цифровими технологіями та медіапрактиками. Його розвиток тісно пов'язаний із глобальними змінами у способах сприйняття візуальної інформації, адже сучасна людина постійно перебуває в середовищі цифрових образів, які впливають на її естетичне мислення та художні уподобання. У цьому контексті декоративність набуває нового значення, перетворюючись із допоміжного елемента оздоблення на самостійний принцип формування художнього образу.

Сучасні тенденції декоративного живопису формуються під впливом глобальних змін у культурі, технологіях та способах візуальної комунікації. Однією з найважливіших тенденцій є поступовий перехід від традиційного станкового живопису до гібридних форм, у яких поєднуються класичні художні техніки та цифрові інструменти. Це означає, що декоративний живопис більше не існує лише як фізичний об'єкт, створений фарбами на полотні, а все частіше реалізується у цифровому середовищі, де художник працює з віртуальним простором, світлом і текстурами, створюючи зображення, які можуть існувати як онлайн, так і в друкованих або анімованих формах [11].

Ще однією важливою тенденцією є зростання ролі стилізації та спрощення форми. Сучасний декоративний живопис орієнтується на

узагальнення образів, їх символізацію та підкреслену декоративність. Це пов'язано з тим, що сучасний глядач звик до швидкого сприйняття інформації, тому художній образ повинен бути максимально виразним, читабельним і емоційно насиченим уже на першому рівні сприйняття [5].

Важливою тенденцією є також посилення ролі орнаментальності як структурного принципу. Якщо в традиційному мистецтві орнамент був переважно декоративним доповненням, то у сучасному живописі він часто стає основою композиції. Повторювані елементи, ритмічні структури, візуальні патерни формують не лише естетичний ефект, а й організують простір картини. Завдяки цьому сучасний декоративний живопис набуває майже музичної структури, де ритм і повтор стають аналогом композиції у звуковому мистецтві [3].

Окремо слід виділити тенденцію до інтеграції цифрових технологій у процес створення декоративного живопису. Сучасні художники активно використовують графічні планшети, програмне забезпечення для цифрового малювання, 3D-моделювання та навіть елементи штучного інтелекту. Це дозволяє створювати складні багатопланові композиції, які поєднують реалістичні текстури з умовними декоративними формами. У результаті виникає новий тип художнього простору, де межа між реальним і віртуальним зображенням поступово зникає.

Ще однією характерною рисою сучасного декоративного живопису є посилення емоційно-психологічної функції образу. У сучасному суспільстві, яке характеризується високим рівнем інформаційного навантаження, декоративний живопис виконує функцію візуальної “паузи” або простору естетичної рівноваги [13]. Художні твори створюють відчуття гармонії, впорядкованості та спокою, компенсуючи хаотичність цифрового середовища.

Також важливою тенденцією є міждисциплінарність декоративного живопису. Він активно взаємодіє з графічним дизайном, ілюстрацією, анімацією, архітектурою та модою. У багатьох випадках межа між живописом і дизайном стає умовною, оскільки декоративні принципи використовуються у всіх сферах візуальної культури. Це призводить до формування універсальної візуальної мови, у якій декоративність виступає спільним принципом організації образу [10].

Крім того, сучасний декоративний живопис дедалі частіше звертається до культурної пам'яті та традиційних мотивів, переосмислюючи їх у сучасному контексті. Художники використовують елементи народного мистецтва,

етнічних орнаментів, символічних систем різних культур, але трансформують їх відповідно до сучасної естетики. Таким чином відбувається поєднання історичної спадковості та інноваційного підходу [4].

У результаті сучасні тенденції декоративного живопису можна охарактеризувати як рух у напрямку синтезу технологій, стилізації, орнаментальності та емоційної виразності, що формує новий тип художнього мислення, орієнтований не на копіювання реальності, а на створення гармонійних візуальних систем.

Яскравим прикладом сучасного декоративного живопису є творчість Ісаак Маймон. У його роботі «Tea Time» декоративність проявляється через складну взаємодію кольору, світла та узагальненої форми. Інтер'єр у цій картині не є реалістичним зображенням конкретного простору, а виступає як художньо сконструйована система. Теплі відтінки жовтого, червоного та коричневого створюють атмосферу затишку, стабільності та емоційної рівноваги. Світло виконує функцію не лише освітлення, а й композиційного об'єднання всіх елементів. Предмети інтер'єру втрачають індивідуальну конкретність і набувають узагальненого декоративного характеру [5].



Рис. 1. «Tea Time», Ісаак Маймон

У роботі «The Rose Crown» художниці Келсі Ховард декоративність реалізується через складну систему квіткових мотивів, які формують орнаментальну структуру всього твору. Центральний жіночий образ не є реалістичним портретом, а стилізованою художньою інтерпретацією, де

головну роль відіграють лінія, колір і ритм. Вінок із троянд виступає не лише декоративним елементом, а й символом краси, природності та гармонії [2]. Важливо, що у цій роботі фон і фігура не розділені ієрархічно, а існують як рівнозначні елементи єдиної композиції.



Рис. 2. «The Rose Crown», Келсі Ховард

Картина «Spanish Cafe Wait» художника Tacalvin демонструє специфіку цифрового декоративного живопису, який формується під впливом сучасних технологій. Простір кафе організований як складна система архітектурних форм, світлових ефектів і текстур, що створюють багаторівневу композицію. Цифрові інструменти дозволяють художнику досягати високого рівня деталізації, зберігаючи при цьому декоративну узагальненість [11]. Світло в цій роботі має не лише візуальне, а й емоційне значення, формуючи атмосферу глибини, тепла та візуальної насиченості.



Рис. 3. «Spanish Cafe Wait», Tacalvin

У творчості Патриції Говезенські робота «Gossip» демонструє характерні риси сучасного декоративного живопису, де сюжет підпорядкований композиційно-естетичній організації. Картина побудована як щільна сценічна композиція без “порожнього” простору, що створює ефект декоративної насиченості. Фігури жінок стилізовані, позбавлені надмірної анатомічної деталізації та інтегровані в єдиний ритмічний візуальний потік [14]. Колір відіграє ключову роль, формуючи емоційну атмосферу та підсилюючи декоративність зображення. Теплі й контрастні відтінки створюють відчуття живої соціальної взаємодії, але водночас перетворюють сцену на умовну художню конструкцію. Простір організовано не за класичною перспективою, а через кольорові та композиційні площини.

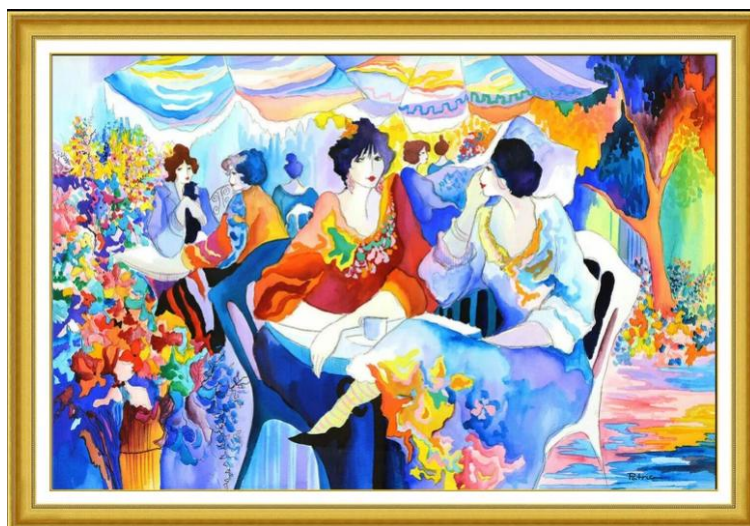


Рис. 4. «Gossip», Патриція Говезенські

Узагальнюючи результати дослідження, слід зазначити, що сучасний декоративний живопис є складним і багаторівневим явищем, яке не може бути зведене лише до естетичної функції оздоблення або візуального прикрашання [9]. У сучасному мистецькому контексті він виступає як самостійна система художнього мислення, що формує особливий тип образності, заснований на поєднанні стилізації, орнаментальності, кольорової гармонії та ритмічної організації композиції. Декоративність у цьому випадку набуває статусу не зовнішньої характеристики, а внутрішнього принципу побудови художнього твору, що визначає його структуру, зміст і емоційний вплив [5].

Аналіз сучасних тенденцій дозволяє стверджувати, що декоративний живопис активно трансформується під впливом цифрових технологій та глобалізаційних процесів. Він виходить за межі традиційного станкового живопису і дедалі частіше існує у цифровому середовищі, де поєднуються

різні медіаформати, візуальні техніки та технологічні інструменти [7]. Це призводить до формування нових гібридних форм мистецтва, у яких декоративність виконує функцію об'єднувального принципу між різними художніми системами.

Важливим результатом дослідження є усвідомлення того, що сучасний декоративний живопис значною мірою орієнтується на емоційне сприйняття глядача. Умовність зображення, узагальненість форм і підкреслена роль кольору спрямовані на створення не стільки реалістичного образу, скільки емоційно насиченого візуального середовища. Таким чином, художній твір функціонує як простір естетичного досвіду, у якому глядач взаємодіє не з об'єктивною реальністю, а з її інтерпретацією.

Окремо слід підкреслити, що декоративний живопис у сучасних умовах виконує не лише художню, а й культурно-комунікативну функцію. Він стає способом візуального осмислення сучасності, відображаючи прагнення людини до гармонії, впорядкованості та естетичної стабільності в умовах інформаційного перевантаження [1]. У цьому контексті декоративні образи можна розглядати як своєрідну форму візуальної компенсації складності та хаотичності сучасного середовища.

Значущим є також те, що декоративний живопис демонструє високу здатність до інтеграції різних художніх практик. Він взаємодіє з графічним дизайном, цифровим мистецтвом, ілюстрацією та іншими візуальними дисциплінами, що сприяє розширенню його меж і формуванню нової універсальної візуальної мови. У цій мові декоративність виступає ключовим принципом організації художнього простору, забезпечуючи цілісність і виразність образу [10].

Таким чином, можна зробити висновок, що сучасний декоративний живопис є не лише продовженням традицій декоративного мистецтва, а й якісно новим етапом його розвитку. Він поєднує історичний досвід, сучасні технології та нові естетичні підходи, формуючи гнучку систему художнього вираження, здатну адаптуватися до змін культурного середовища. У результаті декоративний живопис виступає як важливий елемент сучасної візуальної культури, що відображає її складність, багатшаровість і динамічність.

Список використаних джерел:

1. Smith T. *Contemporary Art: World Currents*. London: Laurence King Publishing, 2021. 352 p.
2. Eco U. *History of Beauty*. New York: Rizzoli, 2021. 432 p.
3. Gombrich E. H. *The Story of Art*. London: Phaidon Press, 2020. 688 p.
4. Honour H., Fleming J. *A World History of Art*. London: Laurence King Publishing, 2021. 936 p.
5. Arnheim R. *Art and Visual Perception*. Berkeley: University of California Press, 2021. 400 p.

6. Rykhlytska O., Kosyk O. Ornamental Motives of Modern Design Practices // *Ukrainian Cultural Studies*. 2021. Vol. 1(8). P. 59–65. URL: <https://ucs.knu.ua/uk/article/view/2301>
7. Chuprina N., Remenieva T., Frolov I. Design of Contemporary Garments on the Basis of Decorative Art Transformation // *Art and Design*. 2021. URL: <https://jrnل.knutd.edu.ua/index.php/artdes/article/view/897>
8. Govezensky P. *Gossip* (painting). 2021. URL: <https://www.artsy.net/artwork/patricia-govezensky-gossip?utm>
9. Барановська І. В. Сучасний декоративний живопис: тенденції розвитку та художня мова // Вісник Харківської державної академії дизайну і мистецтв. 2021. № 3. С. 15–22.
10. Бойко О. М. Декоративність як принцип формотворення у сучасному мистецтві // Мистецтвознавчі записки. 2022. Вип. 41. С. 85–92.
11. Гончаренко Т. С. Цифрові технології у сучасному живописі: трансформація художнього образу // Актуальні проблеми історії, теорії та практики художньої культури. 2023. Вип. 50. С. 112–118.
12. Коваленко Л. П. Орнаментальність у структурі сучасного декоративного мистецтва // Вісник Національної академії керівних кадрів культури і мистецтв. 2020. № 4. С. 176–181.
13. Ляшенко О. В. Декоративний живопис у контексті сучасної візуальної культури // Українська культура: минуле, сучасне, шляхи розвитку. 2021. Вип. 38. С. 94–101.
14. Мельник Н. І. Стилiзація як засiб художньої виразності в сучасному живописі // Культура і сучасність. 2022. № 2. С. 63–69.

Зелена Аліна Юріївна

здобувач вищої освіти кафедри хореографії
Факультету музичного мистецтва і хореографії
Київський столичний університет імені Бориса Грінченка, Україна

Науковий керівник: Синьок Віра Андріївна 

заслужена артистка України, завідувач кафедри хореографії
Факультету музичного мистецтва і хореографії
Київський столичний університет імені Бориса Грінченка, Україна

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ОРГАНІЗАЦІЙНОЇ РОБОТИ ХОРЕОГРАФІЧНОГО КОЛЕКТИВУ

Розвиток хореографічних колективів у сучасних умовах набуває особливої актуальності, оскільки танцювальне мистецтво давно перестало бути лише формою дозвілля. Воно перетворилося на важливий соціальний, виховний та освітній інструмент, який формує в учасників естетичний смак, фізичну підготовку, здатність до колективної взаємодії, емоційну стійкість та навички самовираження.

Хореографічний колектив – це організована творча спільнота людей, об'єднаних спільною метою розвитку хореографічного мистецтва, формування естетичних цінностей, а також виховання соціальних та командних навичок. Його розвиток залежить не лише від рівня технічної підготовки учасників, але й від організації репетиційного процесу, комунікації, індивідуальних мотивацій, вікових особливостей та стилю керівництва. Як зазначає О. Мартиненко, хореографічний колектив – це «цілісна педагогічна система, що має своєрідну структуру, освітній процес якої спрямований на отримання учнями хореографічних знань, умінь, навичок і розвиток почуттів» [2]. Тому розуміння теоретичних основ функціонування танцювальних колективів є необхідною умовою для ефективною практичної роботи керівника.

Хореографічний колектив має три взаємопов'язані рівні діяльності [3]:

1. Педагогічний рівень – навчання техніці танцю, розвиток фізичної підготовки, музичної грамотності.
2. Художній рівень – робота над репертуаром, постановка композицій, розвиток сценічного образу.
3. Організаційний рівень – планування занять, координація з адміністрацією, робота з батьками та партнерами.

У колективах, де всі три рівні поєднані і координовані, досягається

кращий результат, ніж у тих, де керівник фокусується тільки на техніці або постановочній діяльності. Тобто, якщо керівник ігнорує організаційний рівень, діти можуть бути демотивовані через нестачу злагодженості у репетиціях або проблеми з участю у заходах. Отже, узгоджена робота всіх рівнів і ролей є необхідною умовою ефективного функціонування колективу та досягнення високих творчих результатів.

Розвиток будь-якого хореографічного колективу – це складний, поетапний процес, у якому переплітаються соціальна динаміка, психологічні закономірності групової взаємодії та професійні завдання. О. Плахотнюк зазначає: «Колектив – це шляхи виховання згуртованості колективу» [3]. Дослідники підкреслюють, що творчий колектив не є статичною структурою: він перебуває у постійному становленні, а якість взаємодії залежить від того, наскільки керівник розуміє природу групових процесів.

Науковці, що вивчають групову динаміку, виокремлюють кілька стадій розвитку колективу. Найчастіше використовується модель Брюса Вейн Такмена, яка включає етапи: *forming* (формування), *storming* (конфлікти), *norming* (нормування), *performing* (спільна результативність). П'ятий етап – *adjourning* – стосується розпаду групи, тому його традиційно не аналізують у хореографічних колективах, оскільки їх мета – розвиток і стабільне існування, а не завершення діяльності [1]. У хореографічній педагогіці ці етапи трансформуються з урахуванням вікових та творчих особливостей. Дослідження доводять, що колектив може повертатися до попередніх стадій у разі зміни складу, появи нових учасників або постановки складніших творчих завдань.

Жоден колектив не минає ці етапи. Навіть високопідготовлені групи періодично повертаються на фазу *storming*, особливо після успішних виступів (післяконкурсна напруга), зміни складу, появи сильного нового учасника або зміни педагогічних вимог. Модель Б. Такмена, адаптована до хореографічної практики, дозволяє розглядати розвиток колективу як послідовність закономірних фаз, кожна з яких супроводжується специфічними психологічними та організаційними викликами. Такий теоретичний інструмент робить можливим системний аналіз поведінкових проявів учасників і визначення оптимальної педагогічної тактики для керівника на кожному етапі.

Хореографічний колектив розглядається як цілісна педагогічна система, функціонування якої залежить від поєднання організаційних, психологічних та творчих підходів. Ефективна взаємодія у хореографічному колективі

формується на основі типу колективу, мотивації, типології учасників, вікових особливостей, компетентності педагога та комунікації з учасниками і батьками. Використання психологічних технік і методичних прийомів забезпечує гармонійний розвиток групи, підтримку дисципліни та творчої активності.

Розуміння етапів розвитку колективу дає змогу керівнику вибрати відповідні педагогічні стратегії. На початкових етапах провідним є підтримання внутрішньої мотивації учасників через створення позитивного середовища, надання зворотного зв'язку та застосування творчих методів роботи. Це сприяє зацікавленню й утриманню уваги вихованців. За науковими розвідками В. Синеок та К. Калієвського «Викладачі хореографічних дисциплін завдяки риторичним підходам виховують у здобувачів освіти культуру мислення (самостійність, самокритичність, гнучкість, оперативність, відкритість, ерудицію та ін.); культуру мовлення (виразність, точність, експресивність, доцільність); культуру поведінки (ввічливість, тактовність, коректність, розкутість); культуру спілкування (повага до співрозмовника, управління поведінкою аудиторії, відповідальність за риторичний вчинок) [4].

Важливим компонентом є забезпечення комфортної адаптації новачків: поступове включення у репетиційний процес, доступне пояснення правил і створення атмосфери прийняття. Такі підходи допомагають швидше інтегруватися в групу та встановити продуктивну взаємодію між учасниками.

Формування самодисципліни виступає невід'ємною складовою виконавської культури. Чітка структура занять, послідовність навчальних етапів і зрозумілі вимоги сприяють розвитку відповідальності, регулярності та вміння контролювати власну роботу.

Злагоджена взаємодія в колективі забезпечується завдяки розвитку комунікативних навичок, підтримці партнерства й створенню позитивного психологічного клімату. Гнучкий стиль керівництва дозволяє поєднувати вимогливість із підтримкою, що сприяє згуртованості та довірі.

Узагальнюючи, можна зазначити, що ефективна діяльність керівника ґрунтується на здатності підтримувати мотивацію, забезпечувати адаптацію, формувати дисципліну й організовувати взаємодію учасників, поєднуючи це з методично продуманою побудовою навчально-репетиційного процесу.

Список використаних джерел:

1. Коламбет К. (2024). Стадії формування команд за Брюсом Такменом. *Журнал «Netpeak»*. URL: <https://netpeak.net/uk/blog/stadii-formuvannya-komand-za-bryusom-takmenom/>
2. Мартиненко О. (2020). *Методика роботи з хореографічним колективом: теорія і практика*. Бердянськ:

БДПУ. 390 с.

3. Плахотнюк О. (2021). Методичні матеріали щодо змісту та організації самостійної роботи студентів з дисципліни «Методика роботи з хореографічним колективом». Навчально-методичний матеріал. Львів: ЛНУ. 37 с.
4. Синюк В. & Калієвський К. (2022). Вплив ораторського мистецтва на рівень педагогічної майстерності викладача хореографічних дисциплін. *Актуальні питання гуманітарних наук: Міжвузівський збірник праць молодих вчених Дрогобицького державного педагогічного університету ім. І. Франка*. Дрогобич. Вип. 57, Т. 3. С. 69–75. DOI: <https://doi.org/10.24919/2308-4863/57-3-11>

Науменко Анастасія Петрівна

здобувач вищої освіти кафедри хореографії
Факультету музичного мистецтва і хореографії
Київський столичний університет імені Бориса Грінченка, Україна

Науковий керівник: Калієвський Костянтин Васильович 

доктор філософії зі спеціальності «Хореографія»,
старший викладач кафедри хореографії
Факультету музичного мистецтва і хореографії
Київський столичний університет імені Бориса Грінченка, Україна

ХОРЕОГРАФІЯ ЯК ЗАСІБ РОЗВИТКУ ДІТЕЙ ТА ПІДЛІТКІВ

Сучасні умови життя дітей та підлітків в Україні та світі характеризуються стрімким зниженням природної рухової активності, що призводить до зростання кількості функціональних порушень опорно-рухового апарату, серцево-судинної системи та ожиріння. У пошуку ефективних і водночас привабливих для дітей засобів фізичного виховання хореографія посідає особливе місце, оскільки поєднує високу моторну щільність із потужним мотиваційним і естетичним компонентом. Як зазначають В. Синеок та К. Калієвський «Природа кожної людини містить душевну енергію, яка постійно намагається вийти назовні, і це відбувається завдяки рухам та пластичним перебудовам людського тіла. Недарма кажуть, що людина стрибає від радості чи тупотить ногами від злості. Це танцювальні рухи. Ритм обертів земної кулі, зміна пір року, перехід від дня до ночі – це ритмічний закон природи. Так і людський організм працює завдяки ритмічному биттю серця, пульсу, частоті дихання і, безперечно, завдяки самому руху» [1].

Систематичні заняття хореографією створюють комплексне та різнобічне навантаження на м'язову систему дитини й підлітка, що принципово відрізняється від однобічного розвитку при заняттях силовими чи циклічними видами спорту.

Найвиразніші зміни відбуваються в м'язовому корсеті спини та черевного преса. Постійне утримання корпусу, робота в пліє, гран-пліє, арабесках та балансових позиціях формує високий тонус глибоких м'язів-стабілізаторів хребта (м'яз-випрямляч хребта, поперечний м'яз живота, багатороздільні м'язи), що є ефективною профілактикою функціональних сколіозів і кіфозів у шкільному віці [2]. При цьому регулярні хореографічні заняття протягом лише

одного навчального року зменшують кількість дітей із порушеннями постави I ступеня на 38–42 %.

Особливо цінним є розвиток дрібної мускулатури стопи та гомілки. Виконання елементів на пів пальцях, *relive*, стрибків і *pointe* (у старших групах) призводить до гіпертрофії та підвищення силової витривалості коротких м'язів стопи, що сприяє формуванню правильного поздовжнього та поперечного склепінь і знижує ризик плоскостопості на 25–30 % порівняно з однолітками, які не займаються танцями [3].

Координаційні здібності під впливом хореографії розвиваються надзвичайно швидко. Уже через 6–8 місяців занять достовірно покращуються показники статичної та динамічної рівноваги, точність відтворення рухів, швидкість реакції на зоровий і слуховий сигнали, а також здатність до диференціювання м'язових зусиль [4]. Найбільший приріст координації (до 40–45 %) спостерігається у дітей 7–10 років, коли нервова система найбільш пластична.

Окремо слід відзначити вплив на поставу та пропорції тіла. Постійний зовнішній і внутрішній контроль вертикалі, витягування маківки вгору, активізація м'язів-розгиначів спини та лопаткової зони формують естетично правильну та фізіологічно вигідну поставу. Дослідження показують, що після 2–3 років занять хореографією кут кіфозу грудного відділу хребта зменшується в середньому на 6–8, а лордоз поперекового – нормалізується у 72 % дітей, які мали початкові відхилення [5].

Важливо, що всі перелічені ефекти мають виражену вікову та статеву специфіку. У дівчат 8–12 років швидше розвивається гнучкість і грація, у хлопців того ж віку – силова витривалість і стрибучість. У підлітковому віці (13–16 років) хореографія дозволяє частково компенсувати негативний вплив «стрибка росту», коли через швидке видовження кісток тимчасово знижується тонус м'язів і погіршується постава. У цей період танцювальні заняття виступають одним із найефективніших засобів збереження м'язового балансу та профілактики травм.

Систематичні заняття хореографією забезпечують гармонійний і функціонально обґрунтований розвиток м'язової системи, значно перевищують ізольовану гімнастику чи *stretching* за впливом на глибокі м'язи-стабілізатори, формують фізіологічно правильну поставу та високий рівень координації та гнучкості, що зберігається й у дорослому віці [2, 3, 4, 5].

Продовжуючи аналіз, варто звернути увагу на вікові особливості реакції м'язової системи на хореографічні навантаження. У молодшому шкільному

віці (6–10 років) переважає розвиток дрібної моторики стопи, гомілки та кисті, що пов'язано з великою кількістю вправ біля станка, батманів та роботи руками. У цей період формується так звана «м'язова пам'ять» і закладається правильний стереотип руху, що надалі визначає якість виконання складних елементів [6].

У 11–14 років, коли відбувається пубертатний стрибок росту, хореографія відіграє компенсаторну роль. Швидке видовження кісток призводить до тимчасового зниження відносної сили та тону м'язів-розгиначів спини, що проявляється у збільшенні фізіологічного кіфозу та «сутулості». Систематична робота над витягуванням, порт-де-бра та балансом дозволяє зберегти, а в багатьох випадках і покращити поставу саме в цей критичний період [7].

Особливо виражений ефект спостерігається при використанні хореографії як спеціального засобу корекції вже існуючих порушень опорно-рухового апарату. У дітей із сколіозом I–II ступеня та гіперкіфозом після 12–18 місяців занять тричі на тиждень фіксується зменшення кута деформації на 4–9 рази та достовірне зростання сили м'язів спини і черевного преса на 30–45 % [8].

Окремо слід виділити вплив хореографії на пропріоцептивну чутливість та між м'язову координацію. Постійне виконання складних комбінацій, що вимагають одночасної роботи різних груп м'язів у змінних режимах (статичних та динамічному, призводить до значного зростання кількості активованих рухових одиниць та покращення нейром'язової передачі. В результаті діти, які займаються хореографією понад два роки, демонструють на 25–35 % кращі результати в тестах на рівновагу (тест Ромберга, «фламінго»), точність рухів та швидкість реакції порівняно з однолітками [9].

Важливим є також ефект «переносу» розвинених якостей на інші види рухової активності. Діти, що займаються хореографією показують кращі результати в спортивній гімнастиці, акробатиці, фігурному катанні та навіть командних ігрових видах спорту завдяки високому рівню координації, відчуття ритму та здатності швидко навчатися новим рухам [10].

Систематичні заняття хореографією забезпечують не просто локальний розвиток окремих м'язових груп, а створюють цілісний, гармонійний м'язовий корсет, оптимальну рухливість у суглобах, високий рівень координації та фізіологічно правильну поставу, які зберігаються протягом усього життя і залишаються стійкими навіть після припинення регулярних тренувань.

Таким чином, хореографічні заняття належать до найбільш ефективних і безпечних засобів розвитку витривалості, сили та швидкісно-силових якостей у дітей різного віку. Вони забезпечують комплексний вплив на всі основні фізіологічні системи організму, сприяють формуванню м'язового балансу, оптимальної рухливості в суглобах і високого рівня функціональної підготовленості.

Список використаних джерел:

1. Синеок В. & Калієвський К. (2021) Роль танцю в становленні людської цивілізації на теренах сучасної України від початку часів до сьогодення. *Актуальні питання гуманітарних наук: Міжвузівський збірник праць молодих вчених Дрогобицького державного педагогічного університету ім. І. Франка*. Дрогобич. Вип. 46, Т. 2. С. 41–48. DOI: <https://doi.org/10.24919/2308-4863/46-2-6>
2. Тодорова В. (2016). Критерії хореографічної підготовленості спортсменів у складнокоординаційних видах спорту. *Фізична активність, здоров'я і спорт*. № 4 (26). С. 50–56.
3. Тодорова В. (2016). Місце хореографії в структурі змагальних програм спортсменів у спортивній аеробіці. *Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова*. Серія 15. Вип. 3 (72). С. 133–136.
4. Тодорова В. (2017). Оптимізація хореографічної підготовки гімнасток віком 8- 11 років в аеробній гімнастиці. *Слобожанський науково-спортивний вісник*. № 2 (58). С. 87–92.
5. Тодорова В. (2016). Порівняльний аналіз хореографічної підготовленості провідних команд світу зі спортивної аеробіки. *Фізична активність, здоров'я і спорт*. № 2 (24). С. 18–26.
6. Тодорова В. (2016). Рівень виразності виконання вправ у команді зі спортивної аеробіки. *Актуальні проблеми фізичного виховання, реабілітації, спорту і туризму*. С. 121–123.
7. Тодорова В. (2016). Рівень хореографічної підготовленості спортсменів різних вікових груп у спортивній аеробіці. *Слобожанський науково-спортивний вісник*. № 4 (54). С. 99–105.
8. Тодорова В. (2017). Стан естетичного компонента рухової діяльності в аеробній гімнастиці. *Слобожанський науково-спортивний вісник*. № 1 (57). С. 106–110.
9. Тодорова В. (2025). Теоретико-методичні основи хореографічної підготовки у техніко-естетичних видах спорту (на матеріалі спортивної аеробіки) : монографія. Одеса : Університет Ушинського. 297 с.
10. Тодорова В. (2014). Загальна характеристика вольової сфери підлітків. *Фізична культура та здоров'я різних груп населення : матеріали V Міжнародної електронної наук.-практ. конф.* Одеса: видавець Букаєв Вадим Вікторович. – 472 с.

SCIENTIFIC PUBLICATION

SCIENTIA

COLLECTION OF SCIENTIFIC PAPERS

WITH THE PROCEEDINGS OF THE
VIII INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND THEORETICAL CONFERENCE

**SCIENTIFIC METHOD: REALITY AND
FUTURE TRENDS OF RESEARCHING**

May 29, 2026
in Montreal; Canada

in English and Ukrainian

All papers successfully passed the review procedure.
Organizing committee may not agree with the authors' point of view.
The authors are responsible for the accuracy of their content, including grammar and style.

Contact details of the organizing committee:

NGO International Center of Scientific Research

Tel.: +38 098 1948380; +38 098 1526044

E-mail: info@scientia.report

URL: www.scientia.report

Signed for online publication: 29.05.2026.

Published online by Primedia E-launch LLC

TX 75001, United States, Texas, Dallas. E-mail: info@primediaelaunch.com

Signed for in print publication: 01.06.2026.

Format 70×100/16. Offset Paper 80 gsm. Digital color printing.
Extent: 23,38 conventional printing sheets. Print run: 50 copies.

Published in print by LLC UKRLOGOS Group

21005, Ukraine, Vinnytsia, Zodchykh str. 18, office 81. E-mail: info@ukrlogos.in.ua

Certificate of the subject of the publishing business: ДК № 7860 of 22.06.2023.