

International Science Group

ISG-KONF.COM

XV

**INTERNATIONAL SCIENTIFIC
AND PRACTICAL CONFERENCE
«TRANSFORMATIONS OF EDUCATION IN THE ERA OF
MODERN TECHNOLOGIES»**

Krakow, Poland

April 14-17, 2026

ISBN 979-8-90214-545-5

DOI 10.46299/ISG.2026.1.15

TRANSFORMATIONS OF EDUCATION IN THE ERA OF MODERN TECHNOLOGIES

Proceedings of the XV International Scientific and Practical Conference

Krakow, Poland
April 14-17, 2026

UDC 01.1

The 15th International scientific and practical conference “Transformations of education in the era of modern technologies” (April 14-17, 2026) Krakow, Poland. International Science Group. 2026. 169 p.

ISBN – 979-8-90214-545-5

DOI – 10.46299/ISG.2026.1.15

EDITORIAL BOARD

<u>Pluzhnik Elena</u>	Professor of the Department of Criminal Law and Criminology Odessa State University of Internal Affairs Candidate of Law, Associate Professor
<u>Liudmyla Polyvana</u>	Department of accounting, Audit and Taxation, State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine
<u>Mushenyk Iryna</u>	Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of Mathematical Disciplines, Informatics and Modeling. Podolsk State Agrarian Technical University
<u>Prudka Liudmyla</u>	Odessa State University of Internal Affairs, Associate Professor of Criminology and Psychology Department
<u>Marchenko Dmytro</u>	PhD, Associate Professor, Lecturer, Deputy Dean on Academic Affairs Faculty of Engineering and Energy
<u>Harchenko Roman</u>	Candidate of Technical Sciences, specialty 05.22.20 - operation and repair of vehicles.
<u>Belei Svitlana</u>	Ph.D., Associate Professor, Department of Economics and Security of Enterprise
<u>Lidiya Parashchuk</u>	PhD in specialty 05.17.11 "Technology of refractory non-metallic materials"
<u>Levon Mariia</u>	Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Scientific direction - morphology of the human digestive system
<u>Hubal Halyna</u> <u>Mykolaiivna</u>	Ph.D. in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor

TABLE OF CONTENTS

AVIATION AND SPACE TECHNOLOGY		
1.	Pryimak L. COMPREHENSIVE APPROACH TO THE STANDARDIZATION OF AIRPORT GROUND SUPPORT EQUIPMENT OPERATIONS	8
BIOLOGY AND BIOCHEMISTRY		
2.	Sakenuly Y. INTERDISCIPLINARY STEM LESSON PLANNING IN BIOLOGY: A QUASI-EXPERIMENTAL STUDY OF STUDENT CONFIDENCE IN COMPARATIVE DIGESTIVE PHYSIOLOGY	10
CHEMISTRY		
3.	Klimko Y., Koshchii I. ALKYLATING REAGENTS BASED ON ACYLIMINIUM SALTS	19
CONSTRUCTION AND CIVIL ENGINEERING		
4.	Burda Y. THERMODYNAMIC ANALYSIS OF COUPLED HEAT AND AIRBORNE CONTAMINANT TRANSPORT IN CLEANROOMS WITH DISPLACEMENT VENTILATION	23
5.	Гілодо О.Ю., Арсірій А.М. ПІДСИЛЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК ПОКРИТТЯ СТАЛЕВИМИ РОЗВАНТАЖУВАЛЬНИМИ ФЕРМАМИ	29
6.	Сиваш С.Б. МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ В ЗАДАЧАХ ГІДРОТЕХНІЧНОГО БУДІВНИЦТВА	33
CULTURAL STUDIES AND MUSEUM STUDIES		
7.	Калініченко Н. COVER VERSION ЯК НОВІТНЯ ФОРМА СУЧАСНОЇ КОНЦЕРТНОЇ ПРАКТИКИ	36
ECONOMICS		
8.	Blyzniuk V., Perehudova T. PRINCIPLES OF PUBLIC POLICY FOR THE REINTEGRATION OF UKRAINIAN CITIZENS	38

9.	Каплін М.І., Макаров В.М., Щербина Є.В., Перов М.О. НАПРЯМИ ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛЕЙ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КРАЇНИ В УМОВАХ НЕСТАБІЛЬНОСТІ СТРУКТУРИ ЕНЕРГЕТИКИ	42
10.	Краснопьоров О.Г. ІНТЕГРАЦІЯ ДЕРИВАТИВІВ У СИСТЕМУ УПРАВЛІННЯ ВАЛЮТНОЮ НЕСТАБІЛЬНІСТЮ	45
11.	Чайковський Я.І., Чайковський Є.Я. РОЛЬ БАНКІВСЬКОГО КРЕДИТУВАННЯ У ПІДТРИМЦІ ФІНАНСОВОЇ СТІЙКОСТІ БАНКІВСЬКОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ В УМОВАХ ВОЄННИХ ВИКЛИКІВ	49
EDUCATION		
12.	Arystova L. PROBLEM-BASED AND HEURISTIC ARTISTIC-PEDAGOGICAL TECHNOLOGIES IN TEACHING THE INTEGRATED COURSE “ART” AND MUSIC EDUCATION IN GENERAL SECONDARY SCHOOLS	56
13.	Aliyeva M. THE STEAM APPROACH IN CHEMISTRY EDUCATION: FACILITATING INTERDISCIPLINARY INTEGRATION THROUGH DIGITAL TOOLS	63
14.	Гирич З.І., Піскунов А.О. СТЕЙКХОЛДЕРСЬКИЙ ПІДХІД ЯК ІНСТРУМЕНТ МОДЕРНІЗАЦІЇ ОСВІТНІХ ПРОГРАМ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ	65
15.	Пограничний Б.П., Кобилянська І.М. ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ ІНЖЕНЕРНОЇ ОСВІТИ: СИНЕРГІЯ ПРОЄКТНО-ОРІЄНТОВАНОГО ПІДХОДУ ТА ТЕХНОЛОГІЙ ОСВІТИ 4.0	69
16.	Соколовська Г.В. ВИКОРИСТАННЯ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ ПРИ ВИКЛАДАННІ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ В ТЕХНІЧНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ	73
ENVIRONMENTAL PROTECTION TECHNOLOGIES		
17.	Вернигора В.Д. ШЛІФУВАЛЬНІ ШЛАМИ ЯК ДЖЕРЕЛО ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ: ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПІДГОТОВКИ ТА ОЧИЩЕННЯ	76

LAW		
18.	Копитова О.С. ПРИНЦИПИ ДОБРОЧЕСНОГО ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ПРАВОСУДДІ	80
MANAGEMENT		
19.	Мирончук В.М. ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЦИФРОВИХ ІНВЕСТИЦІЙ У СФЕРІ УПРАВЛІННЯ ОБОРОТНИМИ АКТИВАМИ	84
MEDICINE		
20.	Balbayeva A.Z., Vruchinskaya A., Ilemessova D.E., Sakhova A.N., Zharas A.Z. HYPERINSULINEMIA AND ENDOMETRIAL DYSFUNCTION IN WOMEN WITH POLYCYSTIC OVARY SYNDROME: IMPLICATIONS FOR EARLY RISK OF ENDOMETRIAL CANCER	87
21.	Serheta I., Khrychikov D. PROBLEM ISSUES OF FORMING STUDENTS' HEALTH-PRESERVING COMPETENCES IN THE PROCESS OF EDUCATIONAL TRAINING	95
22.	Ustabay D.A., Maden A., Ochilova S.R.K., Tattibek-tegi Y., Yeshpolov A.K. EARLY MULTIMODAL REHABILITATION AFTER SURGICAL TREATMENT OF LONG BONE FRACTURES	97
23.	Yermukhanbetova Z.Z., Kuandykov Y.M., Uzhazov K.Y., Dombaev M.R., Taussarov T.A. THE INFLUENCE OF ANESTHETIC PROVISION ON THE OUTCOMES OF SURGICAL INTERVENTIONS IN YOUNG CHILDREN	104
24.	Голозубова О.В., Веснін М.В., Тарусін А.А. СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ОЦІНКИ КАРДІОВАСКУЛЯРНОГО РИЗИКУ (SCORE2) У ПРАКТИЦІ СІМЕЙНОГО ЛІКАРЯ	110
25.	Рябенко О., Беседіна А. ВПЛИВ ЕЛЕКТРОННИХ СИГАРЕТ НА МІКРОБІОМ РОТОВОЇ ПОРОЖНИНИ	113

METALLURGY		
26.	Абдулкін С.П., Руденко Р.М., Сігарьов Є.М., Руденко М.Р. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СКЛАДУ ТА ЯКОСТІ ПІДГОТОВКИ АГЛОМЕРАЦІЙНОЇ ШИХТИ НА СТРУКТУРУ ШАРУ ТА ПРОЦЕС СПІКАННЯ	116
27.	Занкін О.В., Руденко Р.М., Сігарьов Є.М., Руденко М.Р. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОНСТРУКЦІЇ КОЛОСНИКОВОЇ РЕШІТКИ НА СТРУКТУРУ ШАРУ ШИХТИ ТА ПРОЦЕС СПІКАННЯ	119
28.	Коваленко О.О., Руденко Р.М., Сігарьов Є.М., Руденко М.Р. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СКЛАДУ ТА ЯКОСТІ ПІДГОТОВКИ АГЛОМЕРАЦІЙНОЇ ШИХТИ НА СТРУКТУРУ ШАРУ ТА ПРОЦЕС СПІКАННЯ	122
OCCUPATIONAL SAFETY		
29.	Пилипенко О.В., Саньков П.М., Ткач Н.О., Ковтун-Горбачова Т.А., Писаревська М.М. ВИЗНАЧЕННЯ РАДІАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРИМІЩЕНЬ МІКРОРАЙОНУ ПЕРЕМОГА-6	124
PHILOLOGY		
30.	Turpysya O. NICHTÄQUIVALENTE LEXIK ALS STARKES KOMPOSITIONSMITTEL IM POETISCHEN TEXT (LINGUISTISCH-KULTURELLE UND ÜBERSETZUNGSWISSENSCHAFTLICHE ASPEKTE)	129
31.	Zhansaya T. THE CONCEPT OF THE SACRED IN THE KAZAKH WORLDVIEW: LINGUISTIC AND CULTURAL PERSPECTIVES	133
32.	Смагулова Ж., Мұхамеди Қ.Т. БАЛА СӨЙЛЕУІНДЕГІ УАҚЫТ ҰҒЫМДАРЫНЫҢ ДАМУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ	139
PUBLIC ADMINISTRATION AND MANAGEMENT		
33.	Tymoshenko K., Butenko D. LEAN MANAGEMENT AS A DRIVER OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND RESPONSIBLE CONSUMPTION PATTERNS	147

THERAPY AND REHABILITATION		
34.	Петрук І., Сірман О., Оксана Б. ОСОБЛИВОСТІ РЕАБІЛІТАЦІЇ СПОРТИВНИХ ТРАВМ НА ПРИКЛАДІ ПОШКОДЖЕННЯ ПЕРЕДНЬОЇ ХРЕСТОПОДІБНОЇ ЗВ'ЯЗКИ КОЛІННОГО СУГЛОБА	153
TRANSPORT		
35.	Алексеїчук Б.М. ФУНКЦІЇ РОЗПОДІЛУ ВІРОГІДНОСТЕЙ ЗМІШАНИХ ЗАКОНІВ І ЇХ ВИКОРИСТАННЯ	156
VETERINARY MEDICINE		
36.	Gorkava I., Bosa Y. THE INFLUENCE OF MEDICATIONS ON THE OCCURRENCE OF PATHOLOGICAL CESAREAN SECTION IN DOGS: CONSEQUENCES THAT AFFECT THE HEALTH OF THE BITCH AND PUPPIES	165

COMPREHENSIVE APPROACH TO THE STANDARDIZATION OF AIRPORT GROUND SUPPORT EQUIPMENT OPERATIONS

Pryimak Liudmyla

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of Aviation Transport Department
National University “Kyiv Aviation Institute”

Modern civil aviation operates in a highly regulated environment where safety, efficiency, and reliability are the key priorities. Airport ground operations represent one of the most dynamic and risk-intensive segments of the aviation system, involving continuous interaction between aircraft, personnel, and Ground Support Equipment (GSE) [1]. GSE includes a wide range of specialized vehicles and devices used during ground handling of aircraft, such as ground power units, air conditioning systems, passenger stairs, cargo loaders, and towing equipment. It is essential for maintaining aircraft functionality, ensuring passenger safety, and enabling efficient ground handling operations [2].

From the perspective of International Civil Aviation Organization (ICAO), ground operations must comply with globally harmonized safety and operational requirements, particularly those related to aerodrome design, operations, and environmental protection [3].

Operational procedures directly determine the type, configuration, and operating time of GSE depending on the aircraft type and service requirements. In parallel, International Air Transport Association (IATA) provides detailed industry standards, including the Airport Handling Manual and Ground Operations Manual, which define minimum operational procedures and practices for safe and standardized ground handling operations [4].

Thus, it is important to analyze the operational norms and standards governing GSE within the ICAO regulatory framework and to identify key factors influencing its safe and efficient use at airports.

Ground Support Equipment can be defined as specialized mobile or stationary equipment designed to service aircraft during ground operations. Functionally, GSE can be divided into several categories, including aircraft servicing equipment, passenger handling equipment, cargo and baggage handling systems, aircraft movement equipment, and maintenance support equipment [5].

Aircraft servicing equipment includes ground power units, air conditioning units, and air start systems, which ensure that aircraft systems remain in operational conditions while engines are shut down. Passenger handling equipment, such as boarding stairs and bridges, provides safe and efficient passenger movement [6]. Cargo and baggage handling equipment, including belt loaders and cargo loaders, enables quick and secure loading processes.

The operational role of GSE is critical for ensuring continuous aircraft handling, minimizing handling time, and compliance with safety standards. ICAO regulates that operational procedures define the required configuration and sequencing use of GSE during arriving and departure phases.

The regulation of GSE operations is based on a multi-level framework that integrates ICAO Standards and Recommended Practices, IATA operational guidelines, and International Organization for Standardization (ISO) technical standards.

ICAO provides global regulation through standards, which ensure reliability of airport operations. IATA expands ICAO standards by offering detailed operational procedures. IATA manuals establish standardized procedures for aircraft handling, GSE usage, and personnel responsibilities. Furthermore, the IATA Safety Audit for Ground Operations provides a structured auditing framework to ensure compliance with established standards, ISO standards address the technical and safety aspects of GSE design and operation. These regulatory frameworks create a comprehensive system governing the safe and efficient use of GSE.

Therefore, effective GSE management requires a systematic approach that includes strict compliance with international standards, continuous personnel training, and provision of reliable safety systems.

Thus, the operational standards governing GSE are based on a comprehensive and integrated regulatory framework that combines ICAO standards, IATA recommended practices, and ISO technical requirements. As a result, this framework serves as an important factor ensuring the reliability of aviation operations.

References:

1. Pryimak L. Aerodrome ground support equipment safety as a system of integration of design, regulation and risk management Proceedings of the XII International Scientific and Practical Conference. Tallinn, Estonia. 2026 (March 24-27, 2026), Pp. 16-18.
2. Pryimak L. Technological solutions for enhancing the safety and service life of passenger boarding stairs at airports. Proceedings of the X International Scientific and Practical Conference "Current trends in the development of science and society". Oslo, Norway 2026. (March 10-13, 2026), Pp. 17-19.
3. International Civil Aviation Organization. (2023). Airport Planning Manual (Doc 9184) – Part I: Master Planning (3rd ed.). Montréal, QC, Canada: International Civil Aviation Organization., 250 pp.
4. International Air Transport Association. (2023). Airport Development Reference Manual (ADRM). Montreal, QC, Canada: International Air Transport Association. Edition 12, 2023.
5. EN 1915-1:2001+A1:2009: Aircraft ground support equipment – General requirements – Part 1: Basic safety requirements – CEN: 2009, – 47 p.
6. Dovhal A., Pryimak L. Influence of external factors on the operational reliability of locking mechanisms of two-section self-propelled boarding stairs at airports. Proceedings of the XI International Scientific and Practical Conference "Digitalization and sustainable development: from technology to society", Florence, Italy. 2026 (March 17-20, 2026), P.p 28-32.

INTERDISCIPLINARY STEM LESSON PLANNING IN BIOLOGY: A QUASI-EXPERIMENTAL STUDY OF STUDENT CONFIDENCE IN COMPARATIVE DIGESTIVE PHYSIOLOGY

Sakenuly Yerzat

Master's Student in Biology,
SDU University

ABSTRACT

This study investigates the effectiveness of an interdisciplinary STEM-based modeling project in enhancing undergraduate students' self-reported confidence in comparative digestive system physiology. Using a quasi-experimental two-group comparison design with 55 undergraduate students at SDU University, we compared an experimental condition (Groups 1 and 2, $n = 27$), who completed a hands-on 3D model-construction project, with a control condition (Groups 3 and 4, $n = 28$), who received standard lecture-plus-diagram instruction covering identical content. Confidence was measured across 14 parameters related to cow (ruminant) and horse (monogastric herbivore) digestive systems. Experimental groups showed substantially larger improvements than control groups across all 14 parameters (Experimental: $d = 0.92$ – 1.81 ; Control: $d = 0.39$ – 0.63), with the greatest between-group differences in areas requiring three-dimensional spatial understanding. The findings align with constructivist and experiential learning theories and provide evidence that hands-on interdisciplinary STEM projects produce meaningfully greater confidence gains than lecture-based instruction alone.

Keywords: interdisciplinary STEM; project-based learning; quasi-experimental design; digestive system physiology; comparative anatomy; student confidence; control group; pre–post design

1. INTRODUCTION

1.1 Background

Modern education frequently compartmentalizes knowledge into isolated subjects, failing to reflect the interconnected nature of real-world problems [7] [16]. Interdisciplinary lesson planning integrates multiple disciplines around a central theme, helping students develop holistic understanding and transferable skills—particularly valuable in biology, where topics like digestive physiology require spatial reasoning, mathematics, and communication skills [17]. Ruminants possess a four-chambered stomach enabling foregut fermentation, while horses rely on hindgut fermentation in the cecum and large colon [18]. These anatomical differences are abstract and three-dimensional, making them difficult to convey through lecture alone [12].

A key question in educational research is not simply whether an intervention is associated with improvement, but whether it produces gains beyond what students

would achieve through standard instruction. This study addresses that question directly by comparing a hands-on STEM modeling intervention against an equivalent lecture-based condition covering identical content.

1.2 Theoretical Framework

This study draws on two complementary theories. Constructivist Learning Theory [15] [19] posits that learners actively construct knowledge through physical experience and social interaction. Experiential Learning Theory [10] describes learning as a four-stage cycle (concrete experience, reflective observation, abstract conceptualization, active experimentation)—all of which the modeling project engaged. Bandura's [1] concept of self-efficacy provides the theoretical basis for using student confidence as a measurable outcome, as self-efficacy predicts academic achievement in science [3].

1.3 Research Questions

This study addresses three questions:

1. How does a two-week STEM modeling project affect students' self-reported confidence across 14 parameters of comparative digestive physiology, compared to standard lecture-plus-diagram instruction?
2. Which specific aspects of digestive system knowledge show the greatest between-group differences in confidence improvement?
3. How does the instructional format (hands-on modeling vs. diagram study) relate to student confidence in explaining biological concepts to peers?

2. LITERATURE REVIEW

2. Literature Review

Interdisciplinary teaching involves applying the methodology of more than one discipline to examine a central theme [9]. Drake and Burns [7] identify three levels of curriculum integration: multidisciplinary, interdisciplinary, and transdisciplinary. The digestive system project falls within the interdisciplinary category, integrating biology, engineering, mathematics, and communication throughout.

STEM education represents a well-researched form of interdisciplinary curriculum [4]. According to the National Research Council [14], effective STEM integration engages students in authentic problems and develops 21st-century skills. Project-Based Learning (PBL) has been shown to enhance content knowledge, problem-solving, and engagement [16] [8]. Hands-on modeling is particularly effective for conveying the three-dimensional spatial relationships central to comparative anatomy [11] [12].

Bandura's [1] self-efficacy theory holds that beliefs about one's competence influence motivation, persistence, and achievement. In science education, higher self-efficacy is associated with deeper engagement and improved academic performance [3] [13]. Self-reported confidence is a well-established proxy for self-efficacy in educational research [13]

3. METHODOLOGY

3.1 Research Design

This study employed a quasi-experimental non-equivalent comparison group design [5]. Students in two groups (Groups 1 and 2) received the full interdisciplinary STEM modeling intervention (experimental condition), while two parallel groups covering identical content (Groups 3 and 4) received standard lecture-plus-diagram

instruction without the 3D model-construction component (control condition). All four groups completed identical pre-tests and post-tests, enabling direct between-group comparison of confidence gains. Because groups were not randomly assigned—they were formed based on schedule availability—this design is quasi-experimental rather than a true randomized controlled trial, and results should be interpreted accordingly.

The two matched comparison pairs are: Group 1 (Experimental, cow focus) vs. Group 3 (Control, cow focus); and Group 2 (Experimental, horse focus) vs. Group 4 (Control, horse focus). Matching groups by animal focus ensures that any observed between-group differences in confidence gains reflect the instructional treatment rather than differences in content coverage.

3.2 Participants

Participants were 55 undergraduate students enrolled in a comparative biology course at SDU University. Students were assigned to groups by the instructor based on schedule compatibility and course section enrollment. The experimental condition comprised 27 students (Groups 1 and 2) and the control condition comprised 28 students (Groups 3 and 4). Pre-test equivalence was confirmed: experimental and control groups did not differ meaningfully on any of the 14 confidence items at baseline (all pre-test mean differences < 0.06 scale points). Table 1 summarizes participant demographics by condition.

Table 1. Participant Demographics by Condition

Characteristic	Experimental (Groups 1 & 2)	Control (Groups 3 & 4)
n	27 (13 + 14)	28 (14 + 14)
2nd Year	25 (92.6%)	27 (96.4%)
3rd Year	1 (3.7%)	0
4th Year	1 (3.7%)	1 (3.6%)
Female	24 (88.9%)	24 (85.7%)
Male	3 (11.1%)	4 (14.3%)

Note: Groups 1 and 2 = Experimental condition (3D model construction). Groups 3 and 4 = Control condition (lecture + diagram study only).

3.3 Group Structure and Matched Pairs

Table 2 describes each group's composition, condition, animal focus, and instructional treatment. The matching of Group 1 with Group 3 (both cow-focused) and Group 2 with Group 4 (both horse-focused) provides the primary basis for between-group comparison.

Table 2. Group Structure, Conditions, and Matched Pairs

Group	n	Condition	Animal Focus	Instructional Treatment
Group 1	13	Experimental	Cow (rumen focus)	Lecture + hands-on 3D model construction
Group 2	14	Experimental	Horse (cecum focus)	Lecture + hands-on 3D model construction
Group 3	14	Control	Cow (rumen focus)	Lecture + diagram study only (no 3D model)
Group 4	14	Control	Horse (cecum focus)	Lecture + diagram study only (no 3D model)

Note: All groups received identical lecture content and the same total contact hours. The experimental groups additionally completed the hands-on 3D model construction and oral presentation in place of the extended diagram study completed by control groups.

Within experimental groups, students were assigned complementary roles (researcher, designer, builder, presenter), rotating during the second week to ensure broad engagement. This positive interdependence structure draws on social constructivist principles [19]

3.4 The Intervention

Experimental Condition (Groups 1 and 2)

The experimental groups completed a structured two-week interdisciplinary STEM project across five contact hours per group: Week 1, Wednesday (in-person): a 1-hour lecture introducing comparative digestive physiology, followed by a 1-hour practical session in which students began individual research and anatomical diagrams. Week 1, Friday (online): a 1-hour guided session during which students reviewed assigned materials [18] and curated journal articles, and continued developing labeled diagrams. Week 2, Wednesday (in-person): a second 1-hour lecture consolidating key concepts, followed by a 1-hour practical session in which groups constructed three-dimensional physical models—representing organ proportions, food pathways, fermentation locations, and regurgitation mechanisms—and delivered 10-minute oral presentations using the models as visual aids.

Control Condition (Groups 3 and 4)

The control groups received the same two lectures (identical slides and instructor) and the same total contact hours (5 hours). In place of 3D model construction and presentations, control-group students spent the equivalent time completing structured diagram study: annotating provided anatomical diagrams, labeling organ structures, answering guided comprehension questions, and producing written comparative summaries of cow and horse digestive systems. This design isolates the effect of the hands-on modeling and presentation component specifically, holding lecture content, total time, and instructor constant.

3.5 Instrument and Data Analysis

Confidence was measured using a 14-item researcher-developed questionnaire (5-point Likert scale: 1 = Very Low, 5 = Very Confident) organized into three subscales: Conceptual Understanding (7 items), Application and Skills (4 items), and Collaborative/Metacognitive Skills (3 items). The instrument was reviewed by two biology education faculty members for content validity. Pre-tests were administered immediately before the first lecture; post-tests were administered immediately after the final session.

Data were analyzed using paired-samples t-tests and Cohen's d effect sizes [6] within each condition, and independent-samples t-tests for between-group comparisons at post-test. All within-condition comparisons were statistically significant ($p < .001$; $\alpha = .05$). Of 55 students, 41 completed both assessments; 14 missing values were estimated algorithmically, and sensitivity analyses with complete cases ($n = 41$) yielded substantively similar results.

4. RESULTS

4.1 Overall Confidence Changes

Both conditions showed statistically significant pre-to-post increases on all 14 parameters. However, experimental groups showed substantially larger improvements than control groups across every parameter. Experimental effect sizes ranged from $d = 0.92$ to $d = 1.81$; control effect sizes ranged from $d = 0.39$ to $d = 0.63$. Table 3 presents the full results.

Table 3. Pre–Post Confidence Scores and Effect Sizes: Experimental vs. Control

Parameter	Exp Pre M	Exp Post M	Exp d	Ctrl Pre M	Ctrl Post M	Ctrl d
1. Cow rumen structure	2.42	3.87	1.81	2.38	2.91	0.62
2. Horse cecum/colon role	2.18	3.65	1.80	2.20	2.72	0.60
3. Foregut vs. hindgut fermentation	2.09	3.52	1.76	2.11	2.58	0.56
4. Fermentation location in horses	1.95	3.08	1.42	1.97	2.48	0.61
5. Nutrient extraction differences	2.11	3.15	1.26	2.09	2.55	0.56
6. Regurgitation in ruminants	2.25	3.42	1.43	2.22	2.74	0.63

7. Microbial digestion role	2.31	3.48	1.45	2.28	2.79	0.62
8. Applying knowledge to model/task	2.38	3.43	1.23	2.35	2.78	0.51
9. Explaining cow-horse differences	2.29	3.27	1.21	2.26	2.67	0.50
10. Spatial understanding of organs	2.44	3.41	1.14	2.41	2.80	0.47
11. Drawing labeled diagrams	2.61	3.52	1.07	2.58	2.93	0.41
12. Collaborative problem-solving	2.73	3.62	0.99	2.70	3.05	0.40
13. Explaining to peers	2.58	3.38	0.95	2.55	2.89	0.40
14. Group work confidence	2.69	3.58	0.92	2.65	2.98	0.39

Note: Exp = Experimental (Groups 1 & 2, 3D model construction); Ctrl = Control (Groups 3 & 4, diagram study only). Scale: 1 = Very Low, 5 = Very Confident. All within-group paired t -tests $p < .001$. M = mean; d = Cohen's d .

4.2 Greatest Between-Group Differences (RQ1 and RQ2)

The largest between-group differences were concentrated in the Conceptual Understanding subscale—precisely the items requiring three-dimensional spatial knowledge. For cow rumen structure, the experimental group improved by $\Delta = +1.45$ ($d = 1.81$) compared to the control group's $\Delta = +0.53$ ($d = 0.62$)—a difference of approximately 0.92 scale points. For horse cecum/colon role, the pattern was nearly identical: experimental $\Delta = +1.47$ ($d = 1.80$) vs. control $\Delta = +0.52$ ($d = 0.60$). These items represent the core anatomical knowledge targeted by the intervention, and the substantially larger experimental gains confirm that the 3D modeling component—not lecture content alone—was responsible for the most meaningful confidence improvements.

The smallest between-group differences appeared on Collaborative/Metacognitive items (group work confidence, explaining to peers), where experimental effect sizes exceeded control effect sizes by approximately 0.5–0.55 units. This is still a meaningful difference, but smaller than for conceptual items, likely because the structured diagram study in the control condition also involved some degree of collaborative discussion and peer interaction.

4.3 Peer Explanation Confidence (RQ3)

Confidence in explaining concepts to peers increased more in the experimental condition ($d = 0.95$) than in the control condition ($d = 0.40$). Among experimental groups, Group 2 (horse-focused) showed the strongest peer explanation gains ($\Delta = +0.91$), slightly exceeding Group 1 ($\Delta = +0.70$). In the control condition, Groups 3 and 4 showed modest but meaningful gains ($\Delta = +0.34$ and $+0.30$, respectively), consistent with some incidental peer discussion during the diagram-study sessions. The experimental advantage on this item—approximately 0.55 standard deviations—supports the interpretation that the oral presentation component of the modeling project specifically strengthened confidence in scientific communication [19, 8].

5. DISCUSSION

5.1 Interpreting the Findings

The quasi-experimental design allows a more direct interpretation than a single-group study. Both conditions improved, confirming that lecture-based instruction has educational value. However, the experimental condition consistently and substantially outperformed the control across all 14 parameters. This systematic pattern supports the conclusion that hands-on 3D modeling and oral presentation added meaningful learning value beyond lecture content alone.

The largest between-group differences were on items requiring three-dimensional spatial understanding (rumen structure, cecum/colon role, fermentation location)—consistent with Michael's [12] argument that lectures poorly convey spatial anatomical relationships. Physical model construction forces students to operationalize understanding by placing organs in correct positions, scaling proportions, and building functional mechanisms—exposing conceptual gaps that diagram study does not [10]. The experimental advantage on peer explanation confidence ($d = 0.95$ vs. 0.40) supports Vygotsky's [19] social constructivist framework: the oral presentation component required students to communicate complex concepts clearly and respond to peer questions, a demanding and confidence-building experience not replicated by diagram study [8].

6. RECOMMENDATIONS FOR PRACTICE

Based on the comparative findings, educators considering similar STEM projects should: (1) frame projects around authentic, compelling questions to increase student motivation; (2) integrate disciplines authentically—the between-group data confirm the modeling component, not lecture content, drove the largest gains; (3) structure group roles to promote accountability and ensure active engagement with research, construction, and communication; (4) scaffold the research phase with structured reading guides and diagram feedback; and (5) assess both process and product using formative checkpoints alongside summative presentation grades.

7. LIMITATIONS AND FUTURE RESEARCH

Key limitations include: (1) quasi-experimental design—groups were not randomly assigned, so unmeasured differences between groups cannot be fully excluded [5]; (2) limited contact hours (5 total per group)—whether a more intensive format produces stronger or more durable outcomes is unknown; (3) self-report measures—confidence does not equal competence; future studies should include performance-based

assessments [13]; (4) missing data for 14 absent participants; (5) predominantly female (87.3%), single-institution sample limiting generalizability; and (6) no long-term follow-up for either condition.

Future research should employ randomized designs, objective knowledge assessments, longitudinal follow-up, and diverse samples across institutions and educational levels.

8. CONCLUSION

This quasi-experimental study compared an interdisciplinary STEM modeling intervention against standard lecture-plus-diagram instruction in comparative digestive physiology. Both conditions improved; however, experimental groups consistently outperformed control groups across all 14 parameters ($d = 0.92-1.81$ vs. $d = 0.39-0.63$), with the largest between-group differences in three-dimensional spatial understanding. The three research questions are answered: the STEM modeling project produced substantially greater confidence gains than lecture-based instruction; the greatest between-group differences appeared in conceptual items requiring spatial comprehension; and hands-on modeling with oral presentation produced stronger peer explanation confidence than diagram study alone. These findings provide meaningful practice-based evidence that carefully designed interdisciplinary STEM projects produce greater confidence gains than equivalent lecture-based instruction, with the advantage largest in the conceptual domains most challenging to communicate through passive instructional methods.

References

- [1] Bandura, A. (1997). Self-efficacy: The exercise of control. W. H. Freeman.
- [2] Beane, J. A. (1997). Curriculum integration: Designing the core of democratic education. Teachers College Press.
- [3] Britner, S. L., & Pajares, F. (2006). Sources of science self-efficacy beliefs of middle school students. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(5), 485–499.
- [4] Bybee, R. W. (2013). The case for STEM education: Challenges and opportunities. NSTA Press.
- [5] Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (1963). Experimental and quasi-experimental designs for research. Rand McNally.
- [6] Cohen, J. (1988). Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.
- [7] Drake, S. M., & Burns, R. C. (2004). Meeting standards through integrated curriculum. ASCD.
- [8] Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., & Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning. *Educational Psychologist*, 42(2), 99–107.
- [9] Jacobs, H. H. (Ed.). (1989). Interdisciplinary curriculum: Design and implementation. ASCD.
- [10] Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice-Hall.

[11] Krajcik, J. S., & Blumenfeld, P. C. (2006). Project-based learning. In *The Cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 317–334). Cambridge University Press.

[12] Michael, J. (2006). Where's the evidence that active learning works? *Advances in Physiology Education*, 30(4), 159–167.

[13] Multon, K. D., Brown, S. D., & Lent, R. W. (1991). Relation of self-efficacy beliefs to academic outcomes: A meta-analytic investigation. *Journal of Counseling Psychology*, 38(1), 30–38.

[14] National Research Council. (2014). *STEM integration in K–12 education*. National Academies Press.

[15] Piaget, J. (1973). *To understand is to invent: The future of education*. Grossman Publishers.

[16] Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project-based learning*. Autodesk Foundation.

[17] Ukobizaba, F., Maniraho, J. F., & Uworwabayeho, A. (2025). Project-based learning in mathematics and science. *F1000Research*, 14, 1061.

[18] Van Soest, P. J. (1994). *Nutritional ecology of the ruminant* (2nd ed.). Cornell University Press.

[19] Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

ALKYLATING REAGENTS BASED ON ACYLIMINIUM SALTS

Klimko Yurii

Ph.D, Ass. prof
National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"
Kiyv. Ukraine

Koshchii Iryna

Ph.D, prof
National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"
Kiyv. Ukraine

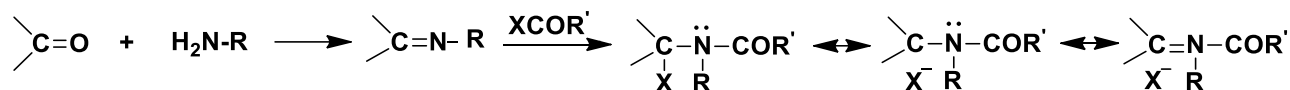
Introduction

Acyliminium salts are electrophilic reagents that potentially allow the introduction of various bulk nitrogen-containing groups in aromatic structures, to synthesize important, but inaccessible by other methods, heterocycles. However, the examples in the literature are limited to only a few cases of C-alkylation of aromatic substrates and the synthesis of 2-azetidiones. In the presented work the range of possible aromatic and heteroaromatic objects for alkylation with various acyliminium salts is expanded. Thus, 1-p-tolyl-N-p-methoxyphenyl-3-oxotetrahydroisoquinoline and 3,4-(2,3-thiopheno)-N-p-methoxyphenyl-5-p-tolyl-2-pyralidone were synthesized. With yields of 54 and 46%, respectively. The fundamental possibility of using acyliminium salts for N-alkylation of aliphatic amines and amino acid esters is shown. Synthesized N-[1-methyl-p-tolyl-1-(p-tolylamido-N'-p-methoxyphenyl)] isopropylamine, methyl esters of N-[1-methyl-p-tolyl-1-(p-tolylamido-N'-n-methoxyphenyl)] glycine, valine, dimethylglycine and adamantylglycine with yields of 53, 49, 47 and 36%, respectively. The structure of all synthesized compounds is proved by physicochemical methods.

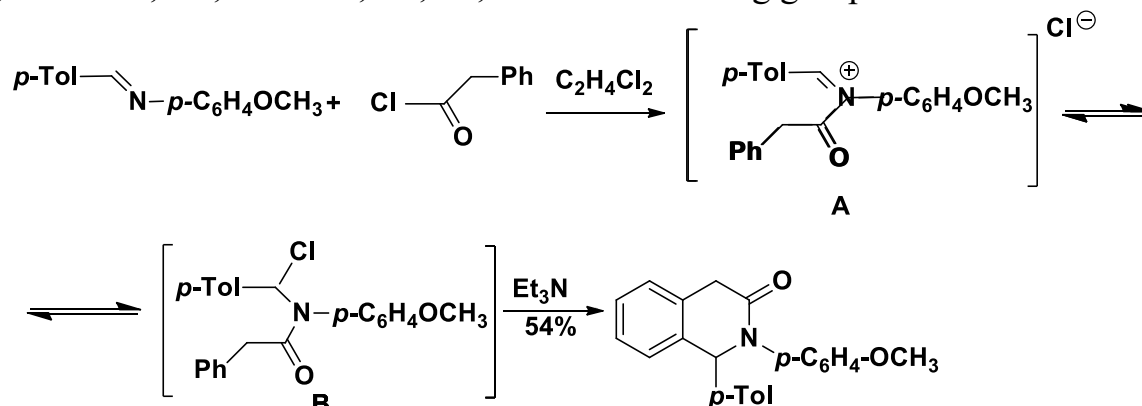
Key words: acyliminium salt, C-alkylation, N-alkylation, triethylamine.

Amidoalkylating reagents, as can be seen from the literature [1,2], are of great importance for the synthesis of various derivatives of heterocycles by C- or N-alkylation. However, acyliminium salts, which belong to this class of reagents, have been used only for C-alkylation and only in a few cases [2], in particular, for the synthesis of important 2-azetidiones. The aim of the work was both to expand the range of objects for C-alkylation with acyliminium salts and to determine the possibilities of using the latter for N-alkylation.

When considering the reactivity of acyliminium salts, first of all, we must take into account their electrophilic nature. The unshared electron pair of the nitrogen atom, although conjugated to a carbonyl group, still has a significant effect on the C-X bond due to the α -effect.



R, R' = Alk, Ar; X = Hal, O-, N-, S- or P-containing groups.



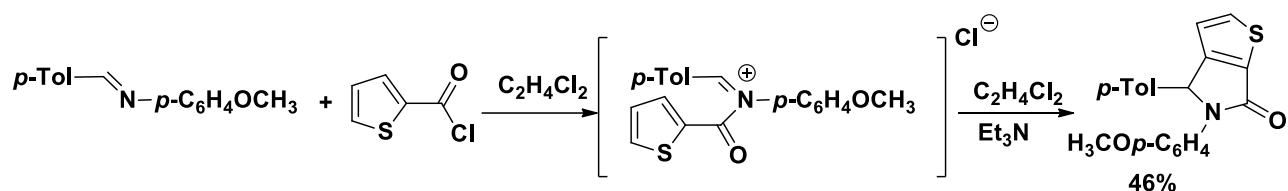
The contribution of ionic structures undoubtedly depends on the electronic nature of the substituent X, but even for N-1-haloalkylamides in the steady state it is not dominant, although it provides increased mobility of functional substituents X in reactions with nucleophiles. Interestingly, the electrophilicity of amidoalkylating agents can increase significantly in the presence of not only mineral acids or Lewis acids, but also bases. In the latter case, an important role is obviously played by intermediates with active electrophilic ability.

As a reagent in our studies was used acyliminium salt obtained from the corresponding Schiff base and phenylacetic acid chloride according to standard methods [2]. Such salts are not stable, they exist only in solutions for a limited time.

Advantageously, there is an equilibrium between the ionic structure (A) and the covalent structure (B).

Similar acyliminium salts have been used to alkylate the benzene nucleus [2]. The authors used AlCl_3 as a catalyst. However, when trying to reproduce this experiment, strong tarring was observed and the target product could not be isolated. When Lewis acid was replaced by Et_3N , a 4-hour boiling in dichloroethane gave an alkylation product in 54% yield. The following signals are observed in the PMR spectrum of the isolated compound: methyl group ($\delta = 2.36$ ppm), methoxyl group ($\delta = 3.74$ ppm), methylene group ($\delta = 4.24$, 1H, $j = 3$, 3 Hz, $\delta = 4.87$, 1H, $j = 3.3$ Hz), hydrogen atoms in aromatic cycles ($\delta = 6.79$ - 7.33 ppm). The IR spectrum shows at 1760 cm^{-1} the valence vibrations of the amide carbonyl group.

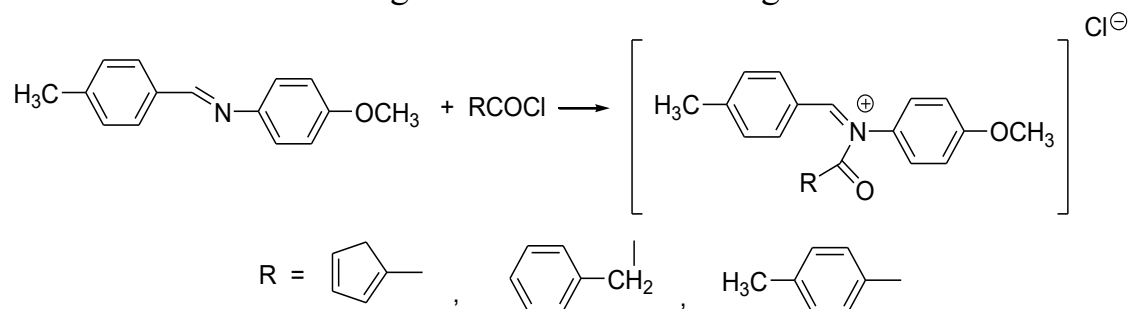
It would be interesting to use the acyliminium salt to alkylate another aromatic system also under the influence of Et_3N . For this purpose, a suitable salt based on 2-thiophenecarboxylic acid chloride was obtained. An experiment was performed where, by analogy with the above, intramolecular alkylation of the thiophene ring to position 3 was allowed. Alkylation to position 5, which could be an alternative as the most favorable, is impossible due to the formation of a double-bonded bridge structure at the bridge head. Substitution to position 4 is not possible for the same reason.



The experiment was performed under the same conditions. The alkylation product was isolated with a yield of 46%. In the PMR spectrum (δ , ppm) of the alkylation product there are signals: methyl group (2.31), methoxyl group (3.82), hydrogen in phenyl nuclei (6.81-7.21), hydrogen in the thiophene fragment (6.53, 1H, $j = 6.6$ Hz, 7.55, 1H, $j = 6.6$ Hz), tertiary hydrogen singlet (7.91). The IR spectrum shows at 1680 cm^{-1} the valence vibrations of the amide carbonyl group. These data prove the structure of the synthesized compound.

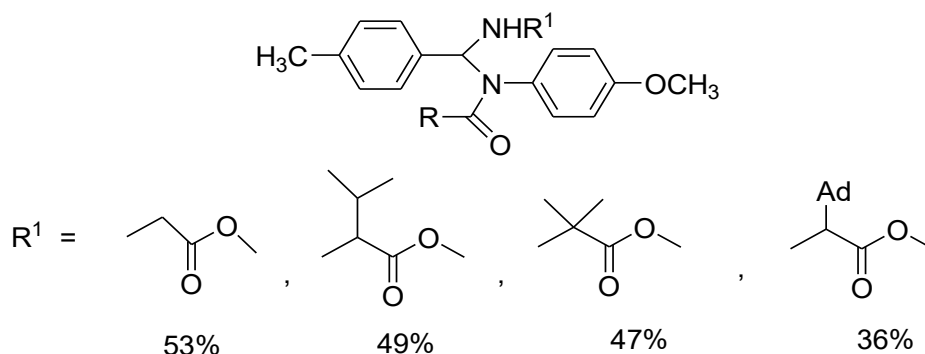
Reaction of acyliminium salts with amino acid esters.

For the first time, the possibility of N-alkylation of amino acids of acyliminium salts with the formation of appropriate N-alkylamides is shown. Yield acyliminium salts were obtained according to the scheme according to the standard method [1,2].



Development of the method of synthesis of potentially biologically active compounds based on acyliminium salts and natural amino acids.

Synthesis was carried out by boiling reagents in dichloromethane in the presence of triethylamine.



Yield for the corresponding esters are indicated in the scheme. A wide range of diverse radicals. As in the amino acid, and in acylating components leads to a large number of compounds with possible physiological activity. All synthesized substances were identified by spectroscopic methods.

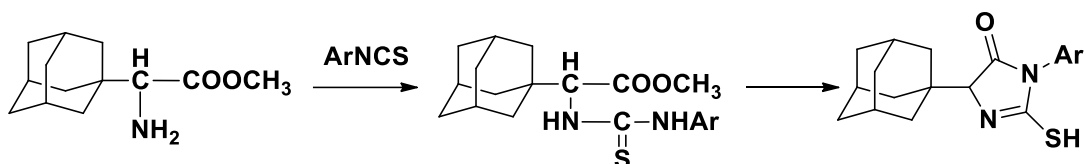
A convenient method of synthesis of potentially physiologically active compounds based on natural amino acids has been developed.

Adamantylcontaining derivatives of natural α -amino acids.

Adamantylglycin was synthesized by method [3]. As arylisothiocyanates, the following reagents of the company Lankaster were used: phenylisothioate, p-

chlorophenylisothioate, 2- naphthylisothioate. Studies of NMR ^1H spectra were performed on the JEOL spectrometer (90 MHz) in CDCl_3 , chemical shifts were measured in δ -shift. Chromatomass spectra are measured on the Hewlett-Packard 5890-II device with a detector MSD 59771A (capillary 30 m, HP-1, 100-250 $^\circ\text{C}$, 10 $^\circ$ / min).

Thiohydantoines are formed by cyclization of α -aminoacids phenylthiocarbamoyl derivatives by acidic agents action. This reaction is used for the determination aminoacids followance of peptides for Edman's. We have found that thioures forming under heating methyl-1-adamantyl glycine ester with various isothiocyanates in benzene give thiohydantoines spontaneously with quantitative yield. The PMR spectrums analysis has shown produced thiohydantoines to exist in solution as thioenol form exclusively. For example, Ar = Ph: 7.8 ppm, SH; 3.57 ppm, singlet CH. The obtained substances could be interesting as matters for biological study.



Reference

- [1]. Bohme H., Hartke K.// Chem. Ber.-1963.-96, №2-S.600-603.
- [2]. Drach B.S., Brovarets V.S., Smolij O.B.//Synthesis of nitrogen-containing heterocyclic compounds based on amidoalkylating agents/ Kyiv.: Naukova Dumka, 1992.- 174 p.
- [3]. Krasutsky P.A., Novicova M.I., Semenova I.G. Chim. pharm. 2., 1985. V.19, #17, pp. 825-829.

THERMODYNAMIC ANALYSIS OF COUPLED HEAT AND AIRBORNE CONTAMINANT TRANSPORT IN CLEANROOMS WITH DISPLACEMENT VENTILATION

Burda Yurii,
PhD, Associate Professor

Introductions. The thermal behavior of cleanroom air environments is governed by a delicate interaction between buoyancy-induced vertical motion, localized heat release from technological equipment, and the gradual redistribution of suspended contaminants within density-stratified airflow. Under displacement ventilation, supply air introduced at low momentum near floor level forms a vertically organized structure in which thermal plumes generated by internal heat sources become the dominant transport mechanism controlling both temperature gradients and impurity migration. Unlike fully mixed systems, this regime produces persistent non-uniformity along the vertical axis, making local thermal conditions highly sensitive to source intensity, enclosure geometry, and extraction configuration.

In [1] it is shown that vertical wall-adjacent airflow substantially alters the spatial distribution of temperature and contaminant concentration under displacement ventilation, particularly by modifying the upward transport pathways created by thermal plumes. The reported results demonstrate that even relatively weak near-wall motion may distort stratified layers and shift contaminant accumulation zones, which is critical when extrapolated to cleanroom environments where thermal precision directly affects process stability.

The relevance of thermodynamic control in engineered ventilation systems is further reinforced by broader studies devoted to energy-efficient environmental regulation in buildings. In [2] particular attention is given to quality assurance principles in heat, gas supply, and ventilation systems, where operational stability is directly associated with maintaining predictable thermal and aerodynamic conditions under varying loads. Closely related considerations are discussed in [3], where building energy management strategies are examined through the lens of long-term operational optimization, highlighting that thermal regulation cannot be treated independently from airflow organization.

A numerical comparison of ventilation regimes presented in [4] demonstrates that displacement ventilation creates a distinctly layered thermal field in which lower occupied regions remain less affected by upper thermal accumulation when compared with mixing-based supply schemes. The study also confirms that transport pathways of suspended particles are strongly dependent on the vertical persistence of density gradients, particularly when internal heat sources intensify upward momentum.

For cleanrooms, where contaminant removal efficiency must coexist with thermal stability, the structure of supply airflow becomes especially important. In [5] analytical, numerical, and experimental investigation of cleanroom airflow reveals that porous low-velocity air supply changes contaminant propagation patterns by suppressing

large-scale recirculation while preserving local upward transport around heated surfaces. This indicates that even minor modifications of inlet architecture may significantly alter the coupled behavior of heat and particle migration.

A similar dependence is observed in [6], where airborne particle transport under displacement ventilation is examined during breathing-generated emissions. The results indicate that particle residence time increases when thermal stratification remains stable, whereas local thermal disturbances accelerate vertical penetration toward upper extraction regions. Such findings confirm that contaminant dynamics cannot be interpreted separately from transient thermal layering.

Aim. The aim of this study is to develop a thermodynamic framework describing the coupled evolution of temperature stratification and airborne contaminant transport in cleanroom environments operating under displacement ventilation, with emphasis on the interaction between internal heat sources and vertically organized airflow.

Materials and methods. The methodological framework was formulated to capture the coupled evolution of thermal stratification and contaminant redistribution in a cleanroom operating under displacement ventilation, where low-velocity supply air introduced near floor level interacts with internal heat sources and induces vertically organized transport. The analytical structure was intentionally reduced to a physically interpretable form suitable for engineering prediction while preserving the dominant mechanisms governing buoyancy-controlled motion, heat accumulation, and concentration decay within the occupied volume.

The first stage of the model describes the thermal response of the indoor air volume under non-stationary heat input. Assuming that the air mass inside the control volume remains spatially averaged within each stratified layer, the temporal variation of air temperature is expressed through an energy balance:

$$\rho V c_p \frac{dT}{dt} Q_{int} + m c_p (T - T_s) \quad (1)$$

where ρ is air density, $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$;
 c_p is specific heat capacity of air, $\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$;
 V is the effective control volume, m^3 ;
 T is the local air temperature, K;
 Q_{int} is internal heat load, W;
 m is the mass flow rate of supplied air, $\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$;
 t is time;
 T_s is supply air temperature, K.

This relationship defines the temporal imbalance between internal thermal generation and convective heat removal through displacement airflow.

To represent vertical thermal non-uniformity characteristic of displacement ventilation, the temperature profile along room height was approximated by a linearized gradient derived from stratified energy redistribution:

$$T(z) = T_0 + \beta z \quad (2)$$

where $T(z)$ is the air temperature at elevation z ;
 T_0 is the reference temperature near floor level;
 β is the vertical thermal gradient coefficient describing the rate of temperature increase with height.

This parameter reflects the cumulative effect of upward heat transport generated by thermal plumes above internal sources.

The contaminant transport stage was formulated through transient mass conservation, assuming that contaminant removal is governed by ventilation extraction and local source release:

$$V \frac{dC}{dt} = G - m(C - C_s) \quad (3)$$

where C is contaminant concentration inside the cleanroom, $\text{particles} \cdot \text{m}^{-3}$;
 G is contaminant generation rate, $\text{particles} \cdot \text{s}^{-1}$;
 C_s is contaminant concentration in supply air, $\text{particles} \cdot \text{m}^{-3}$.

This equation quantifies concentration evolution under the combined effect of source intensity and exhaust-driven dilution.

Together, these expressions form a reduced analytical basis for subsequent parametric modeling, allowing numerical evaluation of how internal heat release modifies thermal layering and, consequently, contaminant residence behavior under displacement ventilation conditions.

Results and discussion. The reduced thermodynamic model was evaluated under conditions representative of a medium-scale cleanroom operating with low-level displacement air supply and continuous internal heat release generated by technological equipment. Numerical values were obtained by combining realistic supply airflow intensity, moderate internal sensible load, and contaminant generation typical of occupied precision-controlled environments. Particular attention was given to the vertical redistribution of heat because even small deviations in thermal layering directly affect the upward transport velocity responsible for contaminant removal. The calculated outputs therefore reflect the coupled sensitivity of thermal accumulation and contaminant persistence to gradual changes in internal energetic loading rather than purely idealized steady-state assumptions.

Since displacement ventilation inherently produces non-uniform vertical structure, the interpretation of results requires parameters capable of describing both thermal organization and contaminant evacuation efficiency without repeating conventional indicators used in earlier analyses. For this reason, the numerical dataset focuses on supply-driven heat extraction efficiency, upper-zone temperature response, and residual contaminant content within the occupied lower volume, where process reliability is most sensitive to local deviations. The selected variables preserve direct

correspondence with the governing equations while remaining suitable for engineering interpretation in cleanroom operational assessment.

Table 1.
Simulated thermodynamic response of cleanroom air under displacement ventilation with coupled heat and contaminant transport

No	Supply airflow rate, $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	Upper-zone air temperature, $^{\circ}\text{C}$	Residual contaminant content, $\text{particles} \cdot \text{m}^{-3}$
1	420	24.8	412
2	455	24.3	396
3	490	23.9	381
4	530	23.5	365
5	575	23.1	347
6	620	22.8	334
7	670	22.5	318
8	735	22.2	301
9	810	21.9	286
10	890	21.7	271

The calculated values indicate that increasing supply airflow progressively suppresses thermal accumulation in the upper stratified region, although the rate of temperature reduction becomes less pronounced beyond approximately $700 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. This behavior reflects the fact that convective heat extraction intensifies rapidly at moderate airflow growth but approaches diminishing thermal returns once vertical plume transport becomes dominant over bulk dilution.

A comparable non-linear tendency appears in contaminant removal. The reduction in residual particle concentration is initially substantial because stronger upward displacement rapidly captures suspended impurities generated within the lower occupied zone. At higher airflow values, however, concentration decay becomes less steep, suggesting that contaminant evacuation increasingly depends on local plume capture efficiency rather than total supply volume alone.

The joint behavior of both variables confirms that thermal and contaminant fields remain strongly coupled. Lower upper-zone temperatures coincide with accelerated contaminant removal because reduced thermal resistance between lower and upper layers improves the stability of upward transport channels. At the same time, excessive airflow increase does not produce proportional improvement, indicating the presence of an operational range in which thermodynamic efficiency and contaminant control are simultaneously optimized.

From an engineering perspective, the interval between 620 and $735 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ appears particularly favorable, as further airflow increase yields only limited thermal benefit while energy demand would continue to rise. This confirms that displacement ventilation performance in cleanrooms should be evaluated through coupled thermal-contaminant response rather than airflow magnitude alone.

The three-dimensional representation is intended to visualize the coupled response of the cleanroom air environment when supply intensity changes under displacement ventilation. Because the calculated dataset contains one governing operational variable and two dependent thermodynamic outputs, the most physically meaningful arrangement is to place the ventilation input along one horizontal axis and the two resulting state variables along the remaining axes. Such geometry allows the surface to reveal how thermal suppression and contaminant removal evolve simultaneously rather than as isolated trends. The resulting shape usually exhibits gradual curvature rather than a planar incline, which reflects the non-proportional response already observed in the tabulated values.

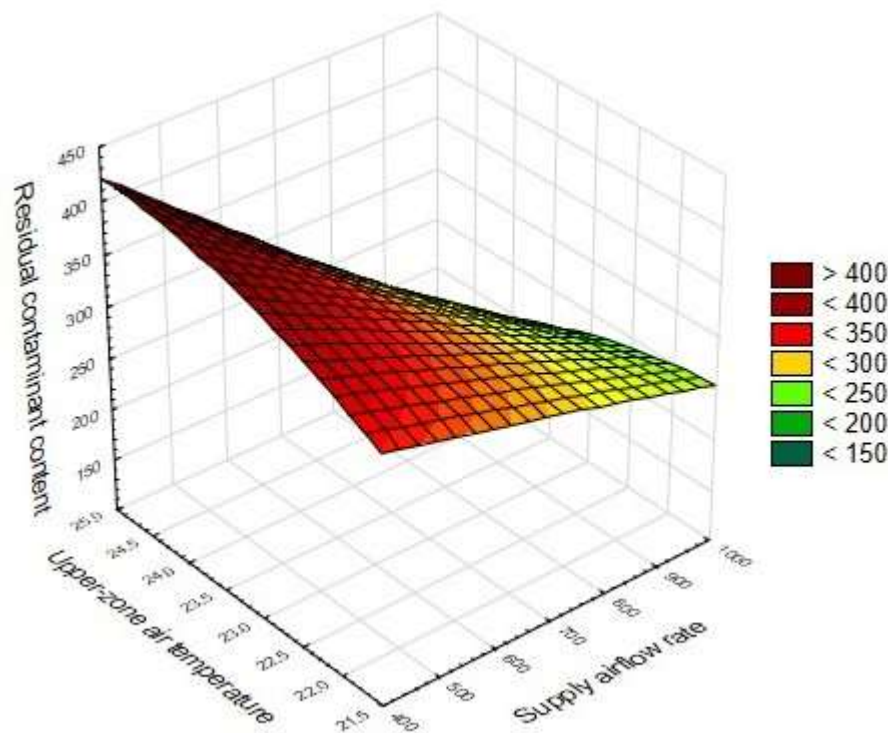


Figure 1. Three-Dimensional Response Surface of Thermal and Contaminant Behavior under Variable Supply Airflow in a Displacement-Ventilated Cleanroom

Conclusions. The simulated results confirm that displacement ventilation in cleanroom environments establishes a stable thermodynamic regime in which increasing supply airflow progressively weakens upper-zone heat accumulation and simultaneously accelerates contaminant removal from the occupied lower volume.

The reduction of upper-layer temperature does not occur proportionally across the entire airflow range. The strongest thermal response is observed within the intermediate operating interval, after which additional airflow produces only limited cooling effect because vertical convective transport becomes the dominant mechanism governing heat redistribution.

Residual contaminant content demonstrates a comparable non-linear decline, indicating that particle evacuation efficiency is strongly dependent on the preservation of upward transport pathways generated by internal thermal plumes rather than on airflow magnitude alone.

The coupled behavior of temperature and contaminant concentration confirms that thermal stratification directly influences impurity removal, since stable density-driven vertical organization improves contaminant transfer toward extraction zones located above the occupied region.

The airflow interval between 620 and 735 m³·h⁻¹ provides the most balanced operational regime, where further increase in supplied air yields diminishing thermodynamic benefit while requiring additional ventilation energy input.

The reduced analytical model demonstrates sufficient physical consistency for engineering prediction and may be used as a practical basis for evaluating displacement ventilation performance in cleanrooms during early design or operational adjustment.

References:

1. Choi, N., Yamanaka, T., Kobayashi, T., Ihama, T., & Wakasa, M. (2020). Influence of vertical airflow along walls on temperature and contaminant concentration distributions in a displacement-ventilated four-bed hospital ward. *Building and Environment*, 183, 107181. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107181>
2. Burda Yurii, Vanian Artur. Quality Control in Heat, Gas Supply, And Ventilation Systems: Ensuring Energy Efficiency, Reliability, And Sustainability in Construction. Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference. Valencia, Spain. 2025. Pp. 62-67 URL: <https://isg-konf.com/technologies-theories-and-developments-modern-scientific-teaching/>
3. Burda Y. Integrating energy management and certification practices in building design and operation. Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference. Sofia, Bulgaria. 2025. Pp. 8-12 URL: <https://isg-konf.com/the-latest-technologies-implemented-and-teaching-in-universities/>
4. Hatif, I. H., Wong, K. Y., Al-Rikabi, I. J., Tan, H., Kek, H. Y., Hawas, M. N., Zhang, M., Zhang, J., & Cai, T. (2025). A multi-criteria CFD investigation of mixing, displacement, and stratum ventilation: Trade-offs between energy efficiency, thermal comfort, and airborne infection control. *Building and Environment*, 289, 114042. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2025.114042>
5. Zhao, F., Cheng, J., Liu, B., Huang, Z., & Li, X. (2020). Indoor airflow and pollutant spread inside the cleanroom with micro-porous supplying panel and different ventilation schemes: Analytical, numerical and experimental investigations. *Journal of Building Engineering*, 31, 101405. <https://doi.org/10.1016/j.jobee.2020.101405>
6. Zhao, Z., Wu, M., Yang, J., Gao, Z., Xu, F., Wang, H., Meng, F., Zhang, X., & Zhang, J. “. (2025). Characterization of airborne particle transport and infection risk during breathing in offices with displacement ventilation. *Building and Environment*, 289, 114050. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2025.114050>

ПІДСИЛЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК ПОКРИТТЯ СТАЛЕВИМИ РОЗВАНТАЖУВАЛЬНИМИ ФЕРМАМИ

Гілодо Олександр Юрійович

к.т.н., доцент

Одеська державна академія будівництва і архітектури

Арсирій Андрій Миколайович

к.т.н., доцент

Одеська державна академія будівництва і архітектури

У практиці реконструкції промислових та цивільних об'єктів пріоритетним завданням є модернізація несучих систем без капітального демонтажу, що дозволяє уникнути критичних перерв у технологічних процесах [1,2]. Підсилення залізобетонних балок сталевими розвантажувальними фермами виступає стратегічним рішенням, що мінімізує збитки від зупинки виробничих ліній. Цей метод дозволяє не просто "законсервувати" об'єкт, а керувати його напружено-деформованим станом, адаптуючи споруду до збільшених корисних навантажень або компенсуючи деградацію матеріалів, чи руйнування [3]. Ефективне використання розвантажувальних систем подовжує життєвий цикл будівлі, забезпечуючи економічну доцільність порівняно з новим будівництвом.

Вибір геометрії системи підсилення визначається експлуатаційними обмеженнями та необхідним ступенем активного втручання в роботу конструкції.

Підтримуюча ферма – найбільш поширена схема, де ферма монтується безпосередньо під балкою [2]. Ключовим аспектом є врахування ексцентриситетів при передачі зусиль. Верхній пояс ферми працює на стиснення (часто сумісно з тілом балки), а нижній – на розтягнення. Це рішення вимагає достатньої габаритної висоти приміщення.

Ферма з попереднім натягом – стратегічно вигідна схема, що дозволяє створити зворотний прогин (будівельний підйом). Це активно розвантажує бетонну балку ще до прикладення повного корисного навантаження [2]. Проектувальник має виконати розрахунок на ризик втрати стійкості (випинання) балки вгору, якщо власна вага конструкції недостатньою для компенсації зусилля натягу нижнього поясу.

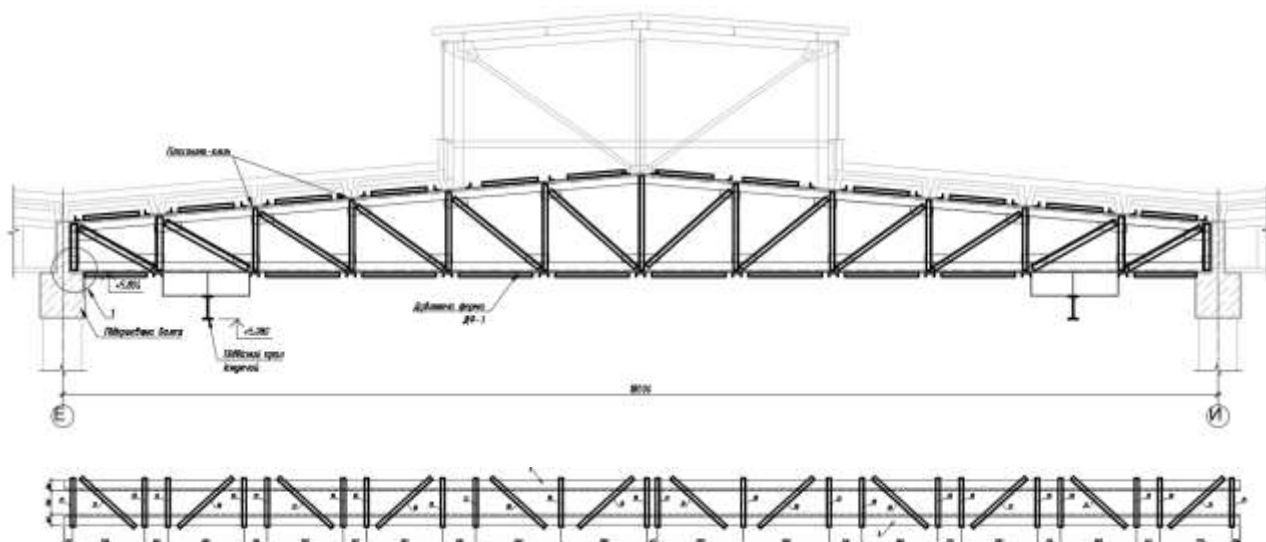


Рис. 1. Ферми підсилення

Джерело рисунка: рисунок авторів.

Зовнішня ферма з підвісками – застосовується як "критичне втручання" при аварійному стані балки. Конструкція може розташовуватися з боків або над балкою (залежно від доступу), фактично перетворюючи існуючу балку на елемент, що підвішений до нової сталевій системі. Це дозволяє майже повністю нівелювати вплив дефектів основного перерізу.

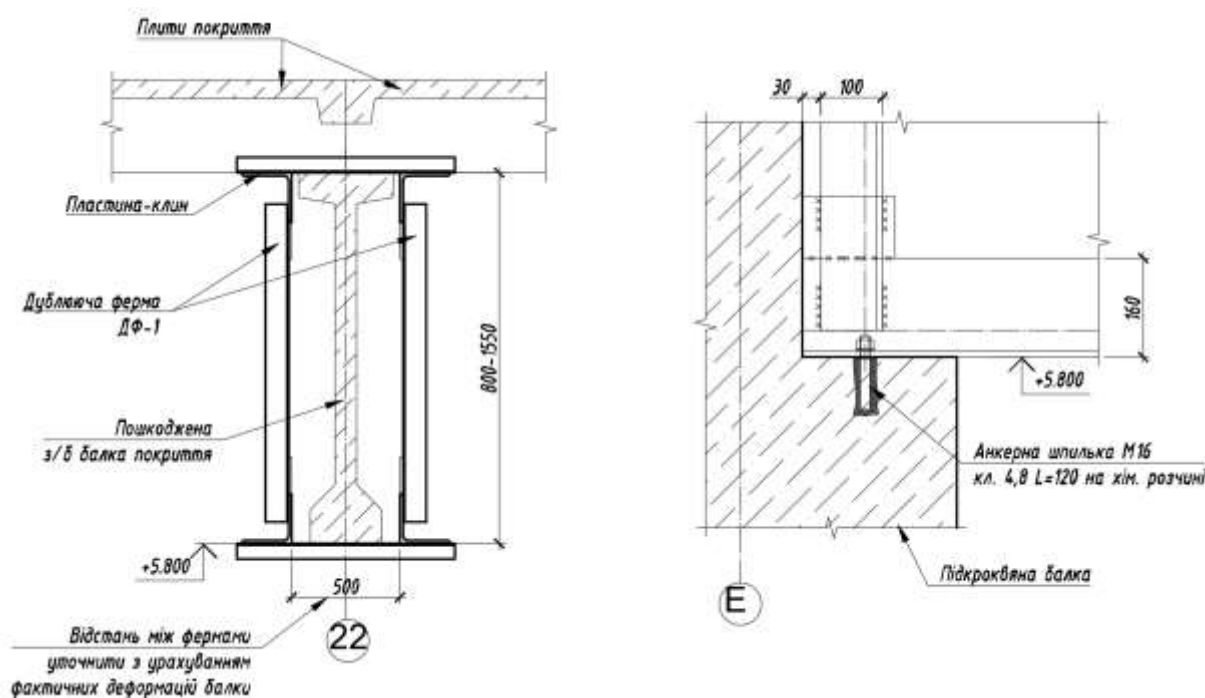


Рис. 2. Опорний вузол

Джерело рисунка: рисунок авторів.

Проектування підсилення – це процес, де безпека гарантується точністю вхідних даних та верифікацією розрахункових моделей. Наше завдання полягало в підсиленні аварійної балки покриття на діючому підприємстві. Зупинка технологічної лінії була неможлива і потрібно було відновити несучу здатність покриття і забезпечити при цьому безпеку робітників, які її обслуговують. Для вибору методу підсилення була проаналізована конструктивна схема цеху. Однопролітна будівля в залізобетонному каркасі з шарнірним спиранням балок на колони і ребристими панелями покриття. Розвинутий оголовок колон дав змогу застосувати дві розвантажувальні сталеві ферми (Рис. 1, 2). Проектування виконувалось в наступній послідовності. В першу чергу була забезпечена безпека робітників за рахунок монтажу просторової зварної розкріплюючої аварійною балку конструкції з прокатних профілів. Далі провели обстеження технічного стану ділянки каркасу із застосуванням методів неруйнівного контролю та картуванням тріщин. Виконали розрахунок ферм з врахуванням фактичних умов обпирання на колони. Наступний етап – забезпечення сумісної роботи розвантажувальних ферм і бетонної балки із застосуванням підвісок по нижнім поясам і накладок по верхнім. Для забезпечення просторової стійкості сталеві ферми підсилення розкріпили сталевими в'язами до суміжних рам.



Рис. 3. Реалізація конструктивного рішення підсилення

Джерело рисунка: фото авторів.

Запропоноване конструктивне рішення було повністю реалізовано в найкоротший термін, що забезпечило безперервну роботу підприємства. Застосування сталевих розвантажувальних ферм є високоефективним методом реконструкції, що поєднує швидкість монтажу з можливістю регулювання

несучої здатності. Основні обмеження – зміна габаритів приміщення та необхідність верифікації фундаментів під додаткове навантаження.

Список літератури

1. ДСТУ Б В.3.1-2:2016 Ремонт і підсилення несучих і огорожувальних будівельних конструкцій та основ будівель і споруд.
2. Усиление стальных каркасов одноэтажных производственных зданий при их реконструкции [Текст] / В. Н. Валь, Е. В. Горохов, Б. Ю. Уваров. - М: Стройиздат, 1987. с. 218.
3. Постернак О.М. Принципи забезпечення надійності підсилених залізобетонних конструкцій при реконструкції будівель та споруд. / О.М. Постернак // Містобудування та територіальне планування : наук.-техн. збірник – К.: КНУБА, 2012. – Вип. 45. – С. 140 – 143.

МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ В ЗАДАЧАХ ГІДРОТЕХНІЧНОГО БУДІВНИЦТВА

Сиваш Світлана Борисівна

Кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри ВМ
Одеський Національний морський університет

Освітній процес напряду впливає на якість професійної підготовки інженерів гідротехнічного будівництва. Компетентність фахівців цього напряду формується ще на етапі вивчення фундаментальних дисциплін, зокрема вищої математики. Розв'язання будь-якої задачі інженерного характеру вимагає побудову і дослідження певної математичної моделі.

Надважливо в сьогодишніх умовах дефіциту ресурсів мінімізувати витрати на будівництво гідротехнічних споруд, підвищуючи водночас рівень безпеки, надійності та інших параметрів.

Професіоналізм у цих та суміжних питаннях набувається при дослідженні задач з практичним змістом, які вивчаються в курсі вищої математики технічних університетів. Серед них – задачі на обчислення сили тиску рідини на стінки греблі чи шлюзу; визначення розмірів резервуарів заданого об'єму з найменшою площею поверхні; обчислення тиску води на поверхню підводних споруд, плавзасобів тощо.

Певний імпульс розвитку інженерного мислення надає вивчення задач, пов'язаних з розподілом навантаження на будівельні конструкції. Важливою з точки зору застосувань є така задача. Якої форми має бути однорідна вертикальна колона з круглим поперечним перерізом, щоб тиск вантажу P , який вона утримує, та її власної ваги, що припадає на одиницю площі горизонтального перерізу, був усюди однаковий? (Колона рівного тиску). Питома вага матеріалу колони δ , радіус її верхньої основи r . Знайти також радіуси основ мостового бика, щоб тиск у будь-якому його горизонтальному перерізі був 3000 кг/дм^2 , якщо питома вага матеріалу бика $2,5$, його висота 12м , а вантаж P , що він утримує, дорівнює $90\ 000 \text{ кг}$.

Розв'язання. Розглянемо переріз колони вертикальною площиною, що проходить через її вісь симетрії (рис.1).

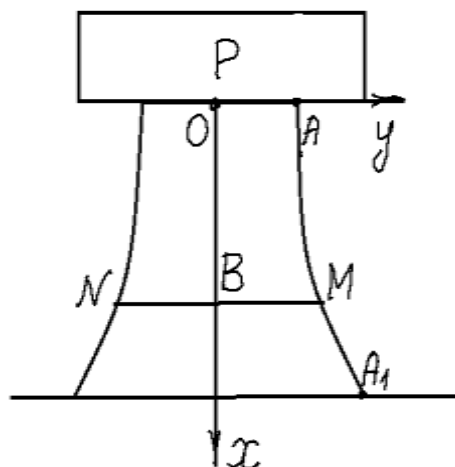


Рис. 1. Колонна рівного тиску.

Перетнемо колонну горизонтальною площиною, яка проходить через довільну точку $M(x, y)$ шуканої кривої AA_1 . Визначимо тиск вантажу P та власної ваги верхньої частини колони, яка відтинається, на одиницю площі отриманого горизонтального перерізу MN . Об'єм верхньої частини колони, що відтинається, обчислимо як об'єм тіла, отриманого обертанням навколо осі x криволінійної трапеції $OAMB$: $V = \pi \int_0^x y^2 dx$. Відповідна вага $Q = \delta V$.

Візьмемо відношення $P + Q$ до площі $S = \pi y^2$ перерізу MN . Отримаємо тиск на одиницю площі цього перерізу, який за умовою задачі має дорівнювати тиску на одиницю площі будь-якого іншого горизонтального перерізу. Тиск на одиницю площі верхньої основи колони дорівнює $\frac{P}{\pi r^2}$, $r = OA$. Це впливає з умови задачі. Таким чином, $\frac{P + Q}{S} = \frac{P}{\pi r^2}$, або $P + Q = \frac{PS}{\pi r^2}$.

$$P + \pi \delta \int_0^x y^2 dx = \frac{P}{r^2} y^2.$$

Продиференціюємо обидві частини цієї рівності та одержимо диференціальне рівняння кривої AA_1 :

$$\pi \delta y^2 dx = \frac{2P}{r^2} y dy.$$

Розв'яжемо його як рівняння зі змінними, що відокремлюються. Маємо:

$$dx = \frac{2P dy}{\pi \delta r^2 y}, \text{ звідки } x + C = \frac{2P}{\pi \delta r^2} \ln y.$$

З умови $y = r$ при $x = 0$ отримаємо значення C : $C = \frac{2P \ln r}{\pi \delta r^2}$. Таким чином, рівняння кривої AA_1 має вигляд:

$$x = \frac{2P}{\pi \delta r^2} \ln \frac{y}{r}. \quad (1)$$

Отже, шукана форма колони рівного тиску є поверхня, отримана обертанням цієї кривої навколо осі Ox :

$$x = \frac{2P}{\pi \delta r^2} \ln \frac{\sqrt{y^2 + z^2}}{r}.$$

Для вказаного в умові мостового бика радіус верхньої основи визначаємо з рівності $\frac{90000}{\pi r^2} = 3000$, звідки $r \approx 3,09$ дм. Радіус нижньої основи знайдемо з

рівності (1): $r_1 \approx \frac{2 \cdot 90000}{\pi \cdot 2,5 \cdot 3,09^2} \ln \frac{120}{3,09} \approx 3,24$ м.

Окрім надання фактичних знань, такі задачі відіграють важливу роль у формуванні світогляду фахівця-інженера, що веде до більш глибокого розуміння природних процесів і явищ.

Список літератури

1. Сиваш С.Б., Соколовська Г.В. Математичні методи в задачах водної інженерії. *Таврійський науковий вісник*. 2022. Вип.1. С. 175-180.
2. Сиваш С.Б., Соколовська Г.В. Вища математика в задачах будівництва та архітектури. *Наука і техніка сьогодні*. Київ, 2023. Вип. №14(28). С. 446- 458.

COVER VERSION ЯК НОВІТНЯ ФОРМА СУЧАСНОЇ КОНЦЕРТНОЇ ПРАКТИКИ

Калініченко Наталія,

Магістр музичного мистецтва, викладач кафедри співу та хорового
диригування
Київська муніципальна академія музики ім. Р.М. Глієра

Сучасна естрадна культура як невід'ємна складова культурно-мистецького простору нерозривно пов'язана із соціумом. Процеси, що відбуваються у сьогоднішньому суспільстві, є стрімкими та непередбачуваними: низка геополітичних та соціально-економічних процесів активно змінюють сучасне суспільство. Особливого значення набуває естрадне мистецтво «як таке, що має найбільший соціальний резонанс» [2, с. 5]. Поєднання окреслених факторів формують неповторний контекст сьогодення, в якому ми розглядаємо явище *cover version*.

Взаємозв'язок між масовою культурою та сучасними тенденціями естради є очевидним. Існує постійний діалог між суспільством з його інтересами та масовою культурою, що обумовлює появу нових тенденцій і форм на теренах популярної музики. Слід відзначити поступове витиснення поняття «масова» культура на користь терміну «популярна», що, на думку мистецтвознавців, свідчить про певне зниження градусу напруги між двома полюсами культури» [1, с. 25].

Починаючи з другої половини ХХ століття, головним стильовий напрямом у мистецтві став постмодернізм – широке поняття, що проявляє себе як стиль світосприйняття. Постмодернізму притаманні такі якості, як цитатність, іронія, фрагментарність композиції, нелінійність тощо. Серед ключових тенденцій напряму слід виділити принципово *нове ставлення до тексту* як до категорії. Так, важливим проявом оновлення тексту є інтертекстуальність, яка формує різного роду міжтекстові зв'язки: цитування, алюзії, ремінісценції, пародії й таке інше. Формування культурно-мистецького феномену естради відбулося саме в епоху модернізму, а становлення її художньо-естетичної специфіки та мистецьких базових засад припало на постмодерністську добу, культурна парадигма якої зняла проблему протистояння культур: «елементи масової культури включаються в контекст елітарної та навпаки», зазначає Т. Самая [3, с. 10].

Отже, найважливішою властивістю постмодернізму є плюралізм художніх напрямів. Зближення та зрощування стилів і жанрів у музиці призвело до розмивання демаркаційних ліній між елітарним і масовим продуктами культури. Досягається специфічна постмодерністська гомогенність, що нівелює класицизм. Сучасні концерти руйнують колишній філармонічний шаблон, формуючи новий, більш толерантний до слухача-дилетанта тип сценічного виступу. Вокальна майстерність стикається з простотою, витонченість та елітарність – з доступністю та масовістю. Так виникає нова міжкультурна

комунікація серед різних верств суспільства та поколінь, протилежних соціокультурних груп. І ця тенденція набуває все більшої актуальності.

Саме як прояв естетики постмодернізму сформувалася новітня форма концертної практики – *cover version*.

Жанр *cover* починає своє існування з середини 50-х років ХХ століття – *cover version* виник як конкуруюче-альтернативна версія пісні, що була записана з метою суперництва із нещодавно випущеною оригінальною версією. Сам термін був описаний у 1952 році у «Чікаго Триб'юон» – найбільш популярному часопису Чікаго та Середнього Заходу: «Cover – професійний жаргон, що означає запис пісні, яка виглядає як потенційний хіт на іншому лейблі – фірмовому знаку звукозаписної компанії» [4, с. 18].

До середини ХХ століття поняття «оригінальна версія» популярної пісні ще не мало того значення як зараз. Виробництво музичного матеріалу розглядалось як «жива» подія, навіть якщо воно відтворювалось за нотним текстом або було вивчено напам'ять чи «кальковано» з платівки. Наразі під терміном *cover version* розуміється жанрове означення твору, заснованого на індивідуальному творчому втіленні відомої композиції іншого виконавця.

Cover version ми розуміємо як музичну індивідуалізовану виконавську версію відомого твору, при якій початковий текст переживає перекодування відповідно до законів естетичної системи реципієнта, і градація такого «стильового перекодування» може бути досить широкою.

Ми розглядаємо явище *cover* у більш широкій площині - *cover* як мистецький феномен, доступний для масового використання та здатний оновлювати закладені змісти на всіх рівнях запозиченого тексту.

Список літератури:

1. Охитва Х. М. Кавер-версія як національний бренд в українській культурній індустрії (на прикладі Львівської музичної естради) // Інтеграція науки і освіти: розвиток культурних і креативних індустрій : матеріали ІІ Всеукраїнської науково-практичної конференції. – Київ :

2. Самая Т. В. Вокальне мистецтво естради: український контекст : монографія. Київ : Четверта хвиля, 2019. 150 с.

3. Самая Т. В. Вокальне мистецтво естради як чинник культурного життя України другої половини ХХ–початку ХХІ століття : автореферат дисс. ... канд. мист. : спеціальність 26.00.01. Київ, 2017. 19 с.

4. Тормахова А. Культурні індустрії та сучасна популярна культура: український контекст // Українські культурологічні студії. – Київ : КНУ імені Тараса Шевченка, 2025.

PRINCIPLES OF PUBLIC POLICY FOR THE REINTEGRATION OF UKRAINIAN CITIZENS

Blyzniuk Victoriia

Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Ukraine,
Doctor of Economics,
Head of the Department of Labour Socioeconomics
Institute for Economics and Forecasting of the NAS of Ukraine

Perehudova Tetiana

PhD Economics, Associate Professor,
Senior Researcher, Department of Labour Socioeconomics
Institute for Economics and Forecasting of the NAS of Ukraine

As a result of the introduction of martial law in Ukraine, the member states of the European Union granted Ukrainian citizens temporary protection status. Since March 2022, the EU has been providing safety and shelter to millions of Ukrainian refugees under the Temporary Protection Directive. Temporary protection guarantees fundamental rights, including the right of residence, access to the labour market, housing, medical and social assistance, as well as access to education for children. At present, EU member states are discussing mechanisms for the coordinated termination of this regime, including the possibility of transitioning to other legal residence statuses and creating conditions for the gradual return of citizens to Ukraine. In the event of the stabilisation of the security situation and the creation of conditions for sustainable reintegration, the European Commission may initiate the early termination of the temporary protection regime. [1].

In the context of the possible termination of the temporary protection regime for citizens of Ukraine in the countries of the European Union, the issue of developing an effective state policy for the return and reintegration of Ukrainians is becoming particularly relevant. Ukraine faces the strategic task of ensuring conditions for the voluntary, safe, and dignified return of its citizens, their successful inclusion in the socio-economic life of the country and united territorial communities, as well as the preservation of social cohesion. At the same time, state authorities and local self-government bodies may encounter new challenges related to the provision of housing, employment, access to social, educational, and medical services, as well as the adaptation of community infrastructure to population growth. Under such circumstances, there is an objective need to develop a comprehensive, systematic, and long-term public policy aimed at supporting Ukrainian citizens returning from abroad and creating a favourable environment for their successful reintegration.

At the same time, state authorities and local self-government bodies must recognise that, under current conditions of globalisation, accelerated technological development, and the transformation of the global economy, human capital is gaining increasing importance as a key factor of sustainable economic growth and the competitiveness of both the country and united territorial communities. The traditional model of economic

development, which was primarily based on the use of natural resources and material assets, is gradually losing its defining significance. Instead, the ability of countries to develop, preserve, and effectively utilise human capital is becoming central to the modern economic paradigm.

In the context of the transition to a knowledge-based economy, the digitalisation of production processes, and the growing role of innovation, human capital serves as the primary source of value creation and long-term economic resilience. According to estimates by the World Bank, human capital accounts for more than 64% of global wealth, while in developed economies its share exceeds 70% [2]. This demonstrates that the strategic advantages of countries are increasingly shaped not by the scale of their natural resources, but by the quality of human capital, the level of education, professional competencies, innovation capacity, and institutional effectiveness.

For Ukraine, the issue of preserving and restoring human capital has become particularly relevant in the context of the full-scale war. Large-scale destruction of infrastructure, economic losses, demographic challenges, and the forced migration of a significant share of the population have created new risks for the country's socio-economic development. Millions of Ukrainian citizens have been granted temporary protection within the member states of the European Union, which has ensured their safety; however, at the same time, it has led to a substantial reduction in Ukraine's labour and intellectual potential.

Recognising human capital as a powerful resource for wartime resilience and the post-war reconstruction of the country, the academic community is actively discussing the need to update the human development strategy with due consideration of the repatriation of war refugees. Particular attention to this issue has been paid by such scholars as O. Koval [3], O. Pyschulina, T. Martsinkovska, Yu. Yakymenko, and M. Mishchenko [4]. These studies rightly emphasise the importance of human capital, as well as the key factors and measures required to facilitate return processes.

In our view, the effectiveness of public policy aimed at the return of citizens and the restoration of human capital should be based on a system of fundamental principles that ensure the viability and adaptability of strategic planning. The main principles that should be adhered to in shaping the public policy of reintegration of Ukrainians are as follows:

1. The principle of "Digital by Default" refers to the transition from paper-based document circulation to the predominant provision of public services in electronic form. This approach minimizes the "administrative shock" for returnees who are accustomed to high service standards in the EU and ensures transparency in resource allocation. Digitalisation also helps reduce bureaucratic barriers and enhances the efficiency of interagency coordination.

2. The principle of social complementarity refers to the alignment of the interests of returnees with the needs of those who remained in Ukraine. The strategy should not create preferential conditions for only one group but should aim at the overall strengthening of social cohesion within communities.

3. The principle of subsidiarity and the role of communities implies that the centre of gravity of reintegration processes is shifted directly to united territorial communities.

It is at the local level that access to basic services is ensured, which requires strengthening the institutional capacity of local self-government bodies.

4. The principle of economic self-sufficiency implies a shift from passive social assistance to the creation of conditions for self-realisation, support for micro-entrepreneurship, and the validation of professional experience, thereby transforming returnees into active participants in economic processes. Key directions of public policy should include promoting employment, supporting entrepreneurial activity, recognising qualifications and competencies acquired abroad, providing professional retraining, and developing local labour markets, as the human capital of returning citizens can become a significant resource for the country's post-war reconstruction.

5. The principle of proactivity implies that the state should not merely respond to the fact of return but should instead create enabling conditions and informational incentives already prior to the termination of temporary protection in EU member states.

6. The principle of voluntary return stipulates that the decision to return should be made independently by the individual based on an assessment of security, social, and economic conditions. Public policy should create an enabling environment in which return is perceived as a realistic and safe life perspective.

7. The principle of ensuring safe conditions for return encompasses security, access to housing, medical and social services, as well as legal protection.

8. The principle of cross-sectoral coordination implies that reintegration requires coordinated actions among state authorities, local self-government bodies, international partners, and civil society organizations.

The Ministry of Social Policy, Family and Unity of Ukraine already places significant emphasis on supporting Ukrainian citizens returning from abroad and is currently developing the Draft Strategy for Maintaining Links with Ukrainians Abroad and Facilitating Their Voluntary Return for 2026–2036. Expert and analytical support for the preparation of strategic documents is provided by the Better Regulation Delivery Office (BRDO), which offers analytical assistance, facilitates strategic sessions and thematic working groups, conducts stakeholder consultations, and supports the coordination and approval process of the documents. The Strategy is aimed at establishing a comprehensive system of measures focused on supporting the return and reintegration of citizens, ensuring access to basic services and housing solutions, as well as promoting economic reintegration and human capital development through employment, retraining, recognition of qualifications, and support for entrepreneurship [5, 6].

9. The principle of psychological inclusion stipulates that reintegration should encompass not only the material dimension but also the socio-psychological one, including the restoration of social ties, support for children within the education system, psychological assistance, facilitation of inclusion in community life, and the formation of a sense of belonging to Ukrainian society.

Based on the outlined strategic principles, the practical implementation of public policy in the field of return and reintegration of Ukrainian citizens requires the development of a comprehensive system of interrelated support instruments aimed at

addressing the key social, economic, housing, educational, and healthcare needs of individuals returning from the European Union. In this context, particular importance is attached to the development of specific mechanisms designed not only to respond promptly to the challenges of a potential mass return, but also to transform this process into a strategic resource for human capital recovery and the modernisation of the country.

In conclusion, the economy of return is not an act of philanthropy but rather a rational management of the nation's intellectual assets. Institutional flexibility should create a competitive environment in which the return of professionals from the EU becomes a conscious economic choice. Only through the combination of scientific substantiation, technological proactivity, and respect for individual agency can Ukraine transform forced migration into a source of systemic innovation-driven breakthrough and sustainable economic growth.

References

1. EU member states agree to extend temporary protection for refugees from Ukraine. Council of the EU. PRESS RELEASE 477/25 13/06/2025. <https://surl.li/ymuaoy>
2. World Bank. The Changing Wealth of Nations 2024: Revisiting the Measurement of Comprehensive Wealth (English). Washington, D.C.: World Bank Group. <http://documents.worldbank.org/curated/en/099100824155021548>
3. Koval, O. (2024). Onovlennia stratehii liudskoho rozvytku: aspekt repatriatsii bizhentsiv viiny [Updating the human development strategy: The aspect of war refugees' repatriation]. Natsionalnyi instytut stratehichnykh doslidzhen. <https://surl.lu/najoas> [in Ukrainian].
4. Pyshchulina, O. (Ed.). (2025). Reintehratsiia ukraintsiv: Kulturalno-identychnisni ta sotsialno-ekonomichni aspekty povernennia [Reintegration of Ukrainians: Cultural-identity and socio-economic aspects of return]. [Analytical report]. Ukrainian Center for Economic and Political Studies named after Oleksandr Razumkov. Kyiv. 153 p. <https://surl.lu/vipivf> [in Ukrainian].
5. Yednist, demohrafichne onovlennia ta reintehratsiia: v Ukraini rozrobliaiut Stratehiiu zberezhenia zviazku z ukraintsiamy za kordonom [Unity, Demographic Renewal and Reintegration: Ukraine Is Developing a Strategy for Maintaining Links with Ukrainians Abroad]. (2026, January 01). Better Regulation Delivery Office. <https://surli.cc/tnvwpp> [in Ukrainian].
6. Havronska, I. (2025, November 13). Ilona Havronska predstavyla pidkhid Ukrainy do reintehratsii hromadian u konteksti zavershennia Dyrektyvy YeS pro tymchasovyi zakhyst [Ilona Havronska presented Ukraine's approach to citizen reintegration in the context of the expiration of the EU Temporary Protection Directive]. Ministry of Social Policy, Family, and Unity of Ukraine. <https://surl.lt/jwemrt> [in Ukrainian].

НАПРЯМИ ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛЕЙ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КРАЇНИ В УМОВАХ НЕСТАБІЛЬНОСТІ СТРУКТУРИ ЕНЕРГЕТИКИ

Каплін Микола Ігорович

кандидат технічних наук, старший дослідник,
провідний науковий співробітник
Інститут загальної енергетики НАН України

Макаров Віталій Михайлович

кандидат технічних наук, старший дослідник,
старший науковий співробітник
Інститут загальної енергетики НАН України,
м. Київ, Україна

Щербина Євген Васильович

кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник
Інститут загальної енергетики НАН України

Перов Микола Олексійович

молодший науковий співробітник
Інститут загальної енергетики НАН України

Коректна оцінка потреб економіки на вугільну продукцію із врахуванням всієї різноманітності її типів, необхідна для прогнозування розвитку вугільної промисловості, вимагає ґрунтовних досліджень прямих і опосередкованих напрямів використання вугілля, – як для виробництва кінцевої продукції у народному господарстві, так і всіх видів вторинних енергетичних продуктів, зокрема електричної та теплової енергії, включно з послідовним їх використанням як енергоносіїв на проміжних ланках енергозабезпечення країни.

Крім того, певні обсяги енергетичного вугілля потребуються для технологічних витрат в межах самого паливно-енергетичного комплексу, зокрема для резервування вугільними енергоблоками теплових електростанцій мінливої, нестабільної генерації відновлюваних джерел енергії разом із іншими видами енергетичних установок, зокрема на природному газі та гідроресурсах.

Тому, в умовах непередбачуваних змін промислових секторів споживання вугілля, викликаних війною в країні, та пов'язаних з нею руйнувань об'єктів генерування електричної і теплової енергії, паливних баз вугілля, підприємств споживачів всіх типів вугільної продукції, а також із врахуванням особливо на інтенсивного розвитку відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) в країні, глибоких трансформаційних перетворень енергетичного сектора в межах безвуглецевих сценаріїв, визначення необхідних обсягів має здійснюватись тільки в контексті

розрахунків загального енергетичного балансу, із застосуванням балансово-оптимізаційних моделей постачання паливних продуктів у енергетичний сектор та інші галузі економіки, врахування новітніх технологій та технологічних схем використання та споживання вторинних енергоносіїв для виробництва електричної та теплової енергії.

Основними напрямками застосування моделей енергозабезпечення економіки, які у тій чи іншій формі подають баланси виробництва, перетворення і споживання паливно-енергетичних ресурсів, зазвичай є:

- прогнозування структури та обсягів постачання енергетичних продуктів за їх видами, технологіями виробництва, перетворення, споживання на різні терміни в залежності від вирішуваних задач – оперативного планування, розробки довгострокових стратегічних програм розвитку, що передбачають будівництво об'єктів генерування енергії, тощо;

- дослідження варіантів розвитку енергетичного сектора, аналіз наслідків впровадження різноманітних новітніх технологій, які передбачають відстеження змін у всіх ланках системи енергозабезпечення, врахування обмежень природоохоронного законодавства, або викликаних геополітичними чинниками [1];

- аналіз економічної доцільності функціонування різних видів технологій виробництва вторинних енергоносіїв, їх оптимальних часток в загальному обсязі енергозабезпечення із врахуванням обмежень на обсяги паливозабезпечення первинними енергетичними ресурсами, встановлену потужність виробників електричної і теплової енергії, а також показників енергетичної безпеки [2, 3], можливостей диверсифікації постачання енергоносіїв;

- дослідження загальноекономічних та соціальних наслідків змін в енергетичному секторі, зокрема впливу прогнозованих технологічних інновацій на систему цін в економіці, забезпечення позитивної динаміки макроекономічних показників та умов сталого розвитку суспільства;

- виявлення небалансів енергозабезпечення, тобто обсягів необлікованого, неврахованого обігу первинних і вторинних енергоносіїв, у тому числі викликаних технологічними чинниками, пов'язаними з незадовільним технічним станом енергетичної інфраструктури, засобів обліку тощо, а також можливими випадками їх приховування та викрадання.

Очевидна складність, багатофакторність цих задач висуває низку вимог до моделей енергозабезпечення [4, 5], які мають з необхідністю задовольнятися з метою отримання якісних і надійних оцінок показників гарантованого постачання всіх видів енергії за різних станів енергетичного комплексу й економіки в цілому і їх взаємного впливу, у тому числі прогнозованих на віддалену перспективу, або таких, що матимуть місце за певних рівнів впровадження ВДЕ. Серед таких вимог важливо згадати:

- забезпечення балансу кожного окремого виду палива або енергії, первинного чи вторинного, із врахуванням всіх можливих джерел їх надходження, напрямів перетворення й кінцевого використання;

– підтримання правдивого та адекватного в процесі технологічних змін взаємного узгодження балансів різних видів енергетичних ресурсів за обсягами випуску і витрат у галузях їх перетворення – при виробництві вторинних енергоносіїв і використанні на власні технологічні потреби енергетичного сектора;

– наявність структурної та обсягової надлишковості в множині модельованих видів діяльності з виробництва або перетворення енергоносіїв для врахування всіх наявних, а також новітніх технологій енергетики, зокрема ВДЕ, а також надання можливості визначення їх економічно доцільних часток в «енергетичній суміші» країни;

– достатній рівень деталізації напрямків кінцевого використання паливно-енергетичних ресурсів з метою дослідження перспективних заміщень видів палива та енергії в галузях її остаточного споживання, а також можливостей розгляду в частині таких галузей видів діяльності з виробництва та перетворення енергоносіїв, зокрема з ВДЕ, і забезпечення відповідних змін їх подання в структурі моделі;

– належне формальне представлення видів діяльності енергетичного сектора в структурі матрично-векторних об'єктів моделі, що дозволяє виконувати їх перетворення як у напрямку деталізації, так і агрегування до рівня подання чинними документами статистичної звітності у галузі балансів палива і енергії.

Список літератури:

1. Вербинский В. Трансформация энергетических балансов в аспекте требований к энергетической безопасности Украины / В. Вербинский, Н. Земляной // Энергетическая политика Украины. – 2005. – № 2.

2. Білан Т.Р. Безпекові аспекти балансу вуглецевмісних палив в умовах становлення новітніх схем паливозабезпечення в Україні / Т.Р. Білан, М.І. Каплін // Проблеми загальної енергетики. – 2016. – Вип 4(47). – С. 23–29. <https://doi.org/10.15407/pge2016.04.0>.

3. Стогній О.В. Структурні особливості балансово-оптимізаційної моделі паливозабезпечення країни / О.В. Стогній, М.І. Каплін // Праці Інституту електродинаміки Національної академії наук України. – 2011. – Спец. вип. Ч. 1 – С. 138–145.

4. Каплін М.І. Оптимізація системи паливозабезпечення на основі мережного подання модифікованої моделі виробничого типу : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.14.01 «Енергетичні системи та комплекси» / М.І. Каплін. – Київ, 2015. – 20 с.

5. Каплін М.І. Балансово-оптимізаційна модель взаємодії енергетики з паливними галузями ПЕК України з урахуванням європейських екологічних норм / М.І. Каплін, В.М. Макаров, Т.Р. Білан // Проблеми загальної енергетики. – 2018. – Вип. 1(52). – С. 5–11. <https://doi.org/10.15407/pge2018.01.005>

ІНТЕГРАЦІЯ ДЕРИВАТИВІВ У СИСТЕМУ УПРАВЛІННЯ ВАЛЮТНОЮ НЕСТАБІЛЬНІСТЮ

Краснопьоров Олександр Григорович,
здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти,
Державний науково-дослідний інститут інформатизації та моделювання
економіки

Ключова роль похідних цінних паперів як на фондовому, так і на фінансовому ринку загалом полягає у їх здатності знижувати рівень ризиків та забезпечувати передбачуваність фінансових результатів. Валютні ринки, порівняно з іншими сегментами фінансової системи, є найбільш чутливими до змін макроекономічної кон'юнктури, трансформації зовнішньоекономічних зв'язків і глобальних шоків, що обумовлює підвищену волатильність валютного курсу. У таких умовах особливої ваги набуває пошук ефективних інструментів мінімізації негативних наслідків курсових коливань, які спричиняють фінансові втрати для економічних агентів. У цьому контексті валютні деривативи, зокрема форварди, ф'ючерси, опціони та свопи, виступають дієвим механізмом хеджування валютних ризиків. Водночас український валютний ринок історично характеризується нестабільністю, що підсилює актуальність використання таких інструментів, однак обмежений розвиток фондового ринку, недостатній рівень валютної лібералізації та складність механізмів обігу деривативів стримують їх широке застосування у практиці управління валютною нестабільністю.

Під інтеграцією деривативів у систему управління валютною нестабільністю доцільно розуміти їх повноцінне та системне використання широким колом учасників валютного ринку – банками, нефінансовими корпораціями, інвесторами та іншими економічними агентами – з метою хеджування валютних ризиків. Інтеграція передбачає не епізодичне застосування окремих інструментів, а формування інституційно та інфраструктурно забезпеченого сегмента ринку, в межах якого валютні деривативи виконують функцію перерозподілу ризиків і стабілізації очікувань. Це дозволяє зменшити залежність учасників ринку від короткострокових коливань валютного курсу, підвищити передбачуваність грошових потоків та знизити рівень невизначеності у прийнятті фінансових рішень. У ширшому вимірі інтеграція деривативів сприяє зниженню амплітуди курсових коливань за рахунок скорочення спекулятивного попиту на валюту та зменшення тиску на спотовий ринок, що позитивно впливає на загальну стійкість валютної системи. Водночас ефективність такого механізму визначається рівнем розвитку фінансового ринку, ступенем його лібералізації та наявністю належного регуляторного середовища, здатного забезпечити прозорість і доступність деривативних інструментів.

На діаграмі (рис. 1) зображено динаміку валютного в Україні у 2021-2026 рр. Криві відображають стійке зростання курсу гривні по відношенню до іноземних валют (долара США та євро). За весь період курс долара США зріс на 162,6%, а євро – на 164,7%. Такі курсові коливання в сторону збільшення є одним із

показників нестабільності на валютному ринку України, що створює негативні умови для учасників.

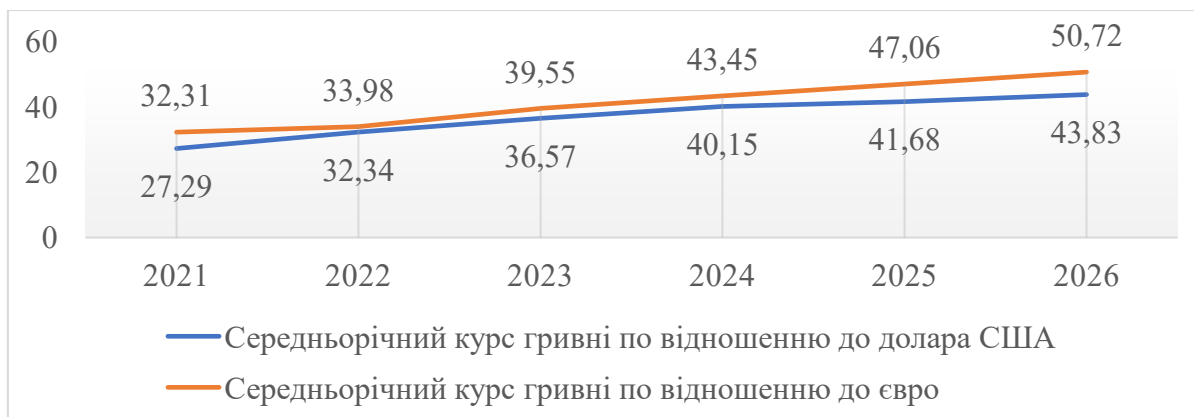


Рисунок 1. Динаміка валютного курсу в Україні в 2021-2026 рр.

Джерело: побудовано автором за [1].

Підкреслимо, що нестабільність валютного ринку фактично завжди супроводжується коливаннями валютного курсу. Тобто валютний курс – своєрідний індикатор стійкості на ринку, проте він не єдиний. Активність втручання державного регулятора (НБУ) в ринкові механізми курсоутворення також свідчить про нестабільність. В аналізованому періоді НБУ досить активно проводив валютні інтервенції. При цьому з 2022 року спостерігається суттєве переважання продажу іноземної валюти Національним банком України порівняно з її купівлею. Це вказує на високий попит на іноземну валюту, який не задовольнявся в повній мірі на ринку. Сальдо валютних інтервенцій має від’ємне значення. Усе це вказує на нестабільність валютного ринку України. Курсові очікування та поведінкові реакції на макроекономічну та геополітичну ситуацію – один із чинників цієї нестабільності.

Втім, не слід вважати, що це є основною причиною. Порушення стійкості валютною ринку має більш глибокий макроекономічний характер. У першу чергу форс-мажорні обставини, з якими зіштовхнулася Україна, вимагають значного фінансування, яке за допомогою внутрішніх джерел забезпечити не вдавалось. Зростання рівня зовнішнього боргу України, що формується в іноземній валюті, створює значний тиск на валютний ринок. До того ж, доводиться обслуговувати вже наявні борги, що має суттєвий вплив на міжнародні резерви країни. Таким чином, зростання обсягів державних запозичень на зовнішніх ринках посилює чутливість валютного ринку України до курсових коливань, що ускладнює підтримання його стабільності. За таких умов особливого значення набувають інструменти хеджування, зокрема валютні деривативи, здатні обмежувати вплив курсових ризиків. Водночас валютна нестабільність має системний характер і тісно пов’язана з борговою залежністю економіки, що виключає можливість її врегулювання виключно короткостроковими заходами [2]. Використання деривативних інструментів у цьому контексті доцільно розглядати не лише як механізм страхування ризиків окремих учасників ринку, а як складову ширшої політики підвищення фінансової

стійкості, зокрема через зменшення впливу валютної компоненти державного боргу на макрофінансову стабільність.

У таблиці 1 відображено негативний вплив нестабільності валютного ринку на різні групи його учасників, а також виокремлено результат використання валютних деривативів у якості згладжування негативних проявів валютних коливань.

Таблиця 1.
Перспективи використання валютних деривативів для управління нестабільністю на ринку

Група учасників ринку	Імпортери та експортери	Інвестори	Фінансові установи	Регулюючі органи
Негативні наслідки валютної нестабільності	Невизначеність майбутніх грошових потоків	Зміна вартості активів	Підвищення валютного ризику та волатильність доходів	Ускладнення реалізації монетарної та валютної політики
Переваги здобуті використанням валютних деривативів	Фіксація курсу та стабілізація грошових потоків	Зниження ризику втрат і підвищення передбачуваності доходів	Оптимізація валютного ризику та стабілізація фінансових результатів	Зменшення тиску на валютний ринок і підвищення ефективності політики

Джерело: побудовано автором.

Інтеграція валютних деривативів у систему управління валютною нестабільністю дозволяє суттєво пом'якшити її негативні прояви для ключових груп учасників ринку. Використання цих інструментів сприяє підвищенню передбачуваності грошових потоків для суб'єктів зовнішньоекономічної діяльності, зниженню ризиків втрат для інвесторів, стабілізації фінансових результатів установ та зменшенню тиску на валютний ринок у контексті реалізації регуляторної політики. У сукупності це обумовлює доцільність стимулювання розвитку ринку валютних деривативів як важливої складової забезпечення фінансової стійкості.

Покрокова лібералізація валютного та фондового ринків України має сприяти розбудові вітчизняного сегменту ринку деривативних інструментів. У той же час справедливо підкреслити, що ці пом'якшення створюють, як можливості, так і ризики. Тому чинний механізм розбудови повинен включати нівелювання таких новостворених ризиків [3]:

- ✓ поступове скасування обмежень на операції з деривативними контрактами грошового ринку;
- ✓ встановлення регуляторних обмежень щодо напрямку, обсягів, підстав і способів здійснення операцій;
- ✓ системний моніторинг обсягів і цінових параметрів операцій та нагляд за їх дотриманням;
- ✓ оцінка впливу деривативних операцій на спотовий ринок, баланси банків і міжнародні резерви;

✓ коригування обмежень і за потреби відтермінування подальшої лібералізації.

Таким чином, результати дослідження свідчать, що валютний ринок України функціонує в умовах стійкої нестабільності, зумовленої як внутрішніми макроекономічними дисбалансами, так і зовнішніми чинниками, зокрема зростанням боргового навантаження та залежністю від іноземного фінансування. За таких умов інтеграція валютних деривативів у систему управління валютною нестабільністю набуває системного значення, оскільки дозволяє не лише знижувати рівень валютних ризиків для окремих учасників ринку, але й пом'якшувати макрофінансові дисбаланси та підвищувати стійкість фінансової системи загалом. Водночас ефективність цього процесу безпосередньо залежить від рівня розвитку ринкової інфраструктури, ступеня валютної лібералізації та якості регуляторного середовища, що обумовлює необхідність послідовної політики стимулювання розвитку ринку деривативних інструментів в Україні.

Список літератури:

1. Офіційний курс гривні щодо іноземних валют. НБУ. URL: <https://bank.gov.ua/ua/markets/exchangerate-chart?cn%5B%5D=USD&cn%5B%5D=EUR&startDate=01.01.2022&endDate=14.04.2026>
2. Вергелюк Ю., Гужва І., Ганцяк М. Боргова політика України в координатах економічної безпеки. *Економіка і організація управління*. 2026. № 1 (61). С. 152-163. DOI: <https://doi.org/10.31558/2307-2318.2026.1.13>
3. Арсенюк О. Розвиток ринків інструментів хеджування валютних ризиків. НБУ. 2025. URL: https://bank.gov.ua/admin_uploads/article/Market_development-04-09-2025.pdf

РОЛЬ БАНКІВСЬКОГО КРЕДИТУВАННЯ У ПІДТРИМЦІ ФІНАНСОВОЇ СТІЙКОСТІ БАНКІВСЬКОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ В УМОВАХ ВОЄННИХ ВИКЛИКІВ

Чайковський Ярослав Іванович

кандидат економічних наук, доцент,
Західноукраїнський національний університет, м. Тернопіль, Україна
доцент кафедри фінансовий технологій та банківського бізнесу

Чайковський Євген Ярославович

доктор філософії (PhD),
Львівський інститут ПрАТ «ВНЗ» «МАУП», м. Львів, Україна
доцент кафедри менеджменту, економіки та туризму

Банківське кредитування відіграє ключову роль у забезпеченні фінансової стабільності банківської системи України в умовах воєнних викликів та макроекономічної нестабільності. Військові дії суттєво трансформували функціонування кредитного ринку, посилили кредитні ризики та змінили структуру попиту і пропозиції кредитних ресурсів. За таких умов ефективність кредитної діяльності банків безпосередньо впливає на здатність фінансової системи підтримувати ліквідність суб'єктів господарювання, забезпечувати безперервність економічних процесів і формувати передумови післявоєнного відновлення економіки. Це зумовлює необхідність поглибленого дослідження ролі банківського кредитування як інструменту зміцнення фінансової стійкості банківської системи України.

Кредитні операції забезпечують перерозподіл фінансових ресурсів між економічними агентами, стимулюють інвестиційну активність та виступають важливим інструментом монетарної політики. Водночас функціонування кредитного ринку України відбувається в умовах підвищеної невизначеності, зростання системних ризиків і структурних дисбалансів, що потребує удосконалення підходів до управління кредитною діяльністю та її регуляторного супроводу.

В умовах війни банківські установи стикаються зі зниженням кредитної активності, підвищенням ризиків і зміною структури кредитних портфелів, що впливає на ліквідність і капіталізацію банків [2]. Попри це, спостерігається поступове відновлення кредитування, темпи якого залишаються залежними від макроекономічної ситуації, рівня довіри до фінансових установ та стану бізнес-середовища [1].

Важливим чинником підвищення ефективності кредитних процесів є цифровізація банківської діяльності. Запровадження Кредитного реєстру Національного банку України (НБУ) для фізичних осіб сприяло підвищенню прозорості кредитних відносин, зниженню транзакційних витрат і покращенню

якості обслуговування клієнтів [5]. Використання цифрових технологій забезпечує автоматизацію оцінювання кредитоспроможності позичальників, підвищує оперативність прийняття рішень і зменшує ймовірність формування проблемної заборгованості.

Досвід країн Європейського Союзу підтверджує значущість розвитку кредитної інформаційної інфраструктури. Зокрема, у Польщі функціонує *Biuro Informacji Kredytowej* (ВІК), яке забезпечує накопичення, обробку та аналітичне використання кредитної історії клієнтів банків. Дана система відіграє важливу роль у мінімізації кредитних ризиків і підвищенні фінансової дисципліни позичальників.

На відміну від Кредитного реєстру НБУ, що переважно виконує регуляторну функцію та забезпечує макропруденційний нагляд, польська модель ВІК орієнтована на активне ринкове використання кредитної історії для оцінювання платоспроможності клієнтів і побудови скорингових моделей. Такий підхід сприяє підвищенню точності оцінювання кредитних ризиків, посиленню конкуренції між банками та зміцненню фінансової дисципліни позичальників, що є важливим елементом стабільності кредитного ринку в умовах цифрової трансформації банківського сектору.

Порівняльний аналіз української та польської систем кредитної інформаційної інфраструктури дозволяє зробити висновок про різні підходи до її функціонування. В Україні домінує регуляторний підхід, орієнтований на макропруденційний нагляд і забезпечення фінансової стабільності, тоді як у Польщі переважає ринково орієнтований підхід, що активно використовується банками для оцінювання кредитоспроможності клієнтів. У сучасних умовах розвитку фінансового сектору Україна поступово рухається до формування гібридної системи, яка поєднує переваги централізованого регулювання та ринкових механізмів оцінювання кредитних ризиків. Така трансформація сприятиме підвищенню ефективності кредитування, зниженню інформаційної асиметрії та зміцненню фінансової стабільності банківської системи.

У контексті забезпечення фінансової стабільності банківської системи України ключове значення має формування «трикутника стабільності», що охоплює взаємодію банківських установ, НБУ та держави. Такий системний підхід ґрунтується на поєднанні мікро- та макрорівневих інструментів регулювання, де банки відповідають за ефективне управління кредитними ризиками та цифрову трансформацію процесів, НБУ реалізує макропруденційну політику, інструменти монетарного стимулювання та нагляд за стабільністю фінансового сектору, а держава формує інституційні умови та механізми підтримки реального сектору економіки. Взаємоузгоджена дія цих елементів забезпечує зміцнення фінансової безпеки, підвищення стійкості кредитного ринку та створення передумов для стабільного економічного відновлення в умовах воєнних викликів.

Подальші трансформації кредитного процесу значною мірою визначаються впровадженням цифрових технологій, що змінюють архітектуру банківського обслуговування.

Таким чином, лише скоординована взаємодія банків, НБУ та держави в межах макропруденційного регулювання формує основу фінансової стабільності та стійкого розвитку кредитного ринку в умовах підвищених воєнних ризиків.

В умовах цифрової трансформації банківського сектору доцільним є порівняння традиційних та інноваційних моделей організації кредитного процесу. Перехід до використання цифрового банкінгу на основі RPA (Robotic Process Automation) – технології роботизованої автоматизації рутинних банківських операцій за допомогою програмних роботів, що забезпечує підвищення швидкості обробки даних, скорочення операційних витрат та мінімізацію операційних ризиків, штучного інтелекту (AI) та скорингових систем суттєво змінює швидкість, точність та ефективність прийняття кредитних рішень. Узагальнені характеристики зазначених підходів наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Порівняння традиційного та цифрового банкінгу в кредитних процесах

Критерій	Традиційний банкінг	Цифровий банкінг (RPA, AI, скоринг)
Формат обслуговування	Через відділення, ручна обробка	Дистанційний, автоматизований
Швидкість прийняття рішень	Низька, залежить від людського фактора	Висока, автоматизовані алгоритми
Оцінка кредитоспроможності	Переважно експертна оцінка	Скорингові моделі, Big Data, AI
Операційні витрати	Високі	Значно знижені
Рівень помилок	Вищий через людський фактор	Нижчий завдяки автоматизації
Доступність послуг	Обмежена графіком роботи відділень	24/7 через цифрові канали
Управління ризиками	Реактивне	Превентивне, аналітичне
Гнучкість процесів	Низька	Висока, легко масштабуються

Джерело: узагальнено авторами на основі [1; 2; 5].

Проведене порівняння, наведене в таблиці 1, свідчить про суттєві переваги цифрових технологій над традиційними підходами, насамперед у частині швидкості обробки кредитних заявок, зниження операційних витрат та підвищення якості оцінювання кредитних ризиків. Водночас традиційні механізми зберігають значення у випадках, що потребують індивідуального експертного аналізу. Отримані результати підтверджують, що подальший розвиток банківського кредитування має базуватися на розширенні цифрових рішень як ключового інструменту зміцнення фінансової стабільності банківської системи.

Важливу роль у трансформації кредитних процесів відіграє розвиток фінтех-компаній та необанків, які суттєво змінюють конкурентне середовище

банківського сектору. Такі цифрові банки, як Monobank та Revolut, демонструють нову модель кредитного обслуговування, що базується на повній цифровізації процесів, використанні мобільних застосунків, альтернативних джерел даних для скорингу та миттєвому ухваленні рішень. Це посилює конкуренцію на ринку банківських послуг, стимулює традиційні банки до впровадження інноваційних технологій та прискорює цифрову трансформацію кредитування. У результаті формується нова модель кредитного ринку, в якій ключовими факторами конкурентоспроможності стають швидкість, зручність та технологічність фінансових сервісів. В умовах воєнного стану в Україні цифрові банки також відіграють важливу стабілізуючу роль, забезпечуючи безперервність кредитного та платіжного обслуговування навіть за умов підвищених ризиків та обмеженої роботи традиційної банківської інфраструктури.

Крім того, важливим напрямом розвитку є запровадження зеленого кредитування, яке сприяє диверсифікації кредитних портфелів, зниженню ризиків і підтримці сталого розвитку економіки [4]. Фінансування екологічно орієнтованих проєктів підвищує довгострокову стабільність банківського сектору та сприяє зміцненню економічної безпеки держави.

Кредитні операції відіграють системоутворювальну роль у функціонуванні фінансової системи, впливаючи на рівень ділової активності, інвестиційні процеси та стабільність грошово-кредитного ринку. Підтримка нефінансових корпорацій через банківське кредитування є ключовою умовою відновлення економічної активності та зміцнення фінансової стійкості банківської системи.

Фінансова стабільність банківської системи тісно пов'язана з якістю, структурою та обсягами кредитного портфеля. Надмірна кредитна експансія або, навпаки, різке скорочення кредитування можуть призводити до зростання системних ризиків і фінансової нестабільності. Тому ефективність кредитної діяльності визначається здатністю банків забезпечити баланс між стимулюванням економічного розвитку та управлінням кредитними ризиками [2].

У контексті економічної безпеки кредитні операції виступають інструментом підтримки стратегічно важливих галузей економіки. Водночас недостатня увага до оцінювання кредитоспроможності позичальників підвищує ризики неповернення кредитів, що негативно впливає на фінансову стійкість банківської системи.

Активізація кредитування за умов належного регуляторного супроводу є важливою передумовою економічного відновлення. Спроможність банків забезпечувати підприємства фінансовими ресурсами визначає темпи економічного зростання та рівень фінансової стабільності [3]. У зв'язку з цим пріоритетом грошово-кредитної політики має бути формування проактивної кредитної політики, спрямованої на підтримку реального сектору економіки.

Аналіз сучасних тенденцій свідчить, що кредитний ринок України зазнав значних трансформацій. У період воєнного стану відбулося скорочення кредитної активності, однак поступове її відновлення супроводжується

структурними змінами. Основна частка кредитів припадає на корпоративний сектор, зокрема підприємства торгівлі, промисловості та сільського господарства. Водночас частка кредитів у ВВП знизилася, що свідчить про недостатній рівень фінансування економіки [5].

Важливою тенденцією є зростання ролі цифрових технологій у кредитних процесах, що дозволяє банкам підвищувати ефективність діяльності, знижувати витрати та покращувати управління ризиками. Одночасно розвиток зеленого кредитування сприяє диверсифікації портфелів і забезпечує довгострокову стабільність банківської системи.

Кредитна діяльність банків безпосередньо пов'язана з ризиками, серед яких основними є дефолти позичальників, концентрація кредитного портфеля та макроекономічна нестабільність. Неefективне управління ризиками призводить до зростання проблемних кредитів, зниження капіталізації та ліквідності банків. Водночас ефективне управління кредитними операціями забезпечує баланс між прибутковістю та фінансовою стійкістю.

Суттєвий вплив на кредитну активність мають макроекономічні фактори, зокрема інфляція, валютні коливання та зниження платоспроможності позичальників. Крім того, жорсткі регуляторні вимоги до ліквідності та капіталу можуть стримувати розвиток кредитування, особливо у сегменті малого та середнього бізнесу.

Важливу роль у стимулюванні кредитування відіграє Національний банк України, який застосовує такі інструменти, як рефінансування банків, облікова ставка та нормативи ліквідності і капіталу. Стратегія розвитку кредитування, затверджена у 2024 році, визначає пріоритети підтримки корпоративного сектору, диверсифікації кредитних портфелів та розвитку інноваційних форм кредитування [5].

Координація дій НБУ та державної політики сприяє підвищенню довіри до банківської системи, покращенню доступу до фінансових ресурсів і забезпеченню стабільності кредитної діяльності навіть в умовах воєнних викликів.

З метою активізації банківського кредитування та зміцнення фінансової стабільності доцільно реалізувати комплекс заходів. Для банківських установ це передбачає удосконалення управління кредитними ризиками, впровадження цифрових технологій, розширення кредитування корпоративного сектору та інтеграцію зелених фінансових інструментів. Для НБУ – використання стимулюючих інструментів монетарної політики, забезпечення стабільності фінансового сектору та розвиток нормативної бази для інноваційного кредитування. На макрорівні важливим є забезпечення доступу підприємств до фінансування, зниження системних ризиків і підтримка сталого розвитку економіки.

З метою активізації банківського кредитування та зміцнення фінансової стабільності банківської системи України в умовах воєнних викликів необхідною є реалізація комплексу узгоджених заходів на рівні банківських установ, Національного банку України та держави. Їх системне впровадження

дозволить забезпечити баланс між стимулюванням кредитної активності, управлінням ризиками та підтримкою економічного відновлення. Узагальнення основних напрямів, інструментів та очікуваних ефектів подано в таблиці 2.

Таблиця 2

Комплекс заходів щодо активізації банківського кредитування та забезпечення фінансової стабільності

Рівень	Заходи	Інструменти	Очікуваний ефект
Банківські установи	Удосконалення кредитної політики та ризик-менеджменту	Скорингові моделі, RPA, AI, стрес-тестування	Зниження частки проблемних кредитів, підвищення прибутковості
	Цифровізація кредитних процесів	Онлайн-кредитування, автоматизовані системи оцінки	Скорочення часу прийняття рішень, зниження витрат
НБУ	Монетарне стимулювання кредитної активності	Облікова ставка, рефінансування, нормативи ліквідності	Підтримка кредитування та стабільності банківської системи
	Розвиток кредитної інфраструктури	Кредитний реєстр, регуляторні вимоги	Підвищення прозорості та зниження кредитних ризиків
Держава	Підтримка реального сектору економіки	Гарантії за кредитами, компенсація ставок	Розширення доступу бізнесу до фінансування
	Стимулювання інвестиційної активності	Податкові стимули, держпрограми відновлення	Прискорення економічного відновлення

Джерело: складено авторами.

Проведений аналіз заходів, наведених у таблиці 2, засвідчує, що підвищення ефективності банківського кредитування та зміцнення фінансової стабільності банківської системи України можливе лише за умови системної та узгодженої взаємодії банківських установ, НБУ та держави. Запропоновані інструменти формують цілісну модель впливу на кредитний ринок, у якій банки забезпечують удосконалення ризик-менеджменту та цифровізацію процесів, НБУ реалізує монетарне та регуляторне стимулювання, а держава створює інституційні та фінансові стимули розвитку кредитування. Така взаємодія сприяє підвищенню доступності кредитних ресурсів, зниженню рівня кредитних ризиків і формуванню стійкої траєкторії розвитку банківського сектору в умовах воєнних викликів і післявоєнного відновлення економіки України.

Таким чином, результати дослідження підтверджують, що банківське кредитування є системоутворюючим елементом забезпечення фінансової стійкості банківської системи України в умовах підвищеної невизначеності. Його ефективність визначається не лише внутрішніми механізмами управління кредитними ризиками, але й якістю регуляторного середовища, рівнем цифрової трансформації банківського сектору та узгодженістю державної політики підтримки економіки. Доведено, що перспективи розвитку кредитного ринку безпосередньо пов'язані з поглибленням цифровізації, розширенням інструментів зеленого фінансування та посиленням інституційної спроможності фінансової системи, що в сукупності формує основу довгострокової фінансової

стабільності банківського сектору України.

Список використаних джерел

1. Людковська Ю. Ю., Абдуллаєва А. Є. Оцінка сучасних тенденцій банківського кредитування в Україні протягом 2018–2023 років. *Економіка та суспільство*. 2023. Випуск №56. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-56-109>
2. Коваленко В. В., Ткаченко Д. Ю., Шевченко О. В. Кредитний ринок України: сучасні проблеми та перспективи розвитку. *Науковий погляд: економіка та управління*. 2018. № 3. С. 90-96. <https://doi.org/10.32836/2521-666X/2018-3-61-13>
3. Чайковський Я. І. Розвиток банківського кредитування корпоративних клієнтів в Україні в умовах циклічності економіки. *Вісник Тернопільського національного економічного університету*. 2017. Випуск 4 (86). С. 72-87. <https://doi.org/10.35774/visnyk2017.04.072>
4. Чайковський Я., Луців Б., Дзюблюк О., Чайковський Є., Луців П. Банківське зелене кредитування як ключовий інструмент екологічної модернізації економіки. *Фінансово-кредитна діяльність: проблеми теорії та практики*. 2025. Том 2 (61). С. 54-72. DOI: 10.55643/fcaptr.2.61.2025.4651
5. Офіційний сайт Національного банку України. URL: <https://bank.gov.ua/>

PROBLEM-BASED AND HEURISTIC ARTISTIC- PEDAGOGICAL TECHNOLOGIES IN TEACHING THE INTEGRATED COURSE “ART” AND MUSIC EDUCATION IN GENERAL SECONDARY SCHOOLS

Arystova Liudmyla

Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Music Arts,
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Ukraine

The reform of the New Ukrainian School sets the task for modern general secondary education institutions to shape students as active participants in the learning process, capable of independent thinking, creativity, and critical evaluation of information. In this context, the integrated course “Art” plays a key role in the comprehensive aesthetic, moral, spiritual, and cultural development of school students. Its effectiveness largely depends on the organization of the lesson and the use of modern pedagogical technologies that can ensure active, productive, and creative student engagement.

The aim of the article is to analyze and theoretically substantiate the effectiveness of applying problem-based and heuristic artistic-pedagogical technologies in teaching the integrated course “Art” and music education in general secondary education institutions for the formation and development of students’ critical thinking, creative abilities, and aesthetic competence.

An art / music lesson (within the integrated course “Art”) is the main form of implementing art and music education in general secondary education institutions. Its structure, content, and methodological support determine the effectiveness of knowledge acquisition, the development of students’ creative competencies, and their aesthetic perception. Each lesson should be coherent and complete, while at the same time being integrated into a system of learning activities united by the common goals and objectives of the educational programme.

As a school subject, music education meets the fundamental requirements of the educational process: integrity and autonomy of the lesson; clear formulation of educational, developmental, and instructional objectives; a learner-centered approach; differentiation and individualization of learning; a high level of students’ motivation and cognitive activity; the use of diverse teaching methods and tools; a flexible assessment system; a balance between complexity and accessibility; the connection between theory and practice; and the systematic organization of lessons (Hryshchenko, 2018).

Modern education is aimed at restructuring the educational process on the principles of developmental pedagogy, which ensures the early identification and full realization of students’ potential, taking into account their age and psychological characteristics, as well as the formation of moral, spiritual, and cultural competence that contributes to the development of a socially mature and creative personality.

Achieving these objectives is impossible without a scientifically grounded approach to the content, methods, and technologies of the educational process, which involves rethinking the role of the learner as an active participant in learning. While the traditional pedagogical paradigm shaped a “performer-type individual,” the modern school is expected to educate a “creator-type individual” capable of critical thinking, analysis, and evaluation of aesthetic phenomena (Robinson, 2011).

The effective organization of an art lesson in the context of art and music education is significantly enhanced by artistic and pedagogical technologies that integrate artistic content with teaching methodology. These include problem-based and heuristic methods, heuristic dialogues, engagement with musical and visual artworks, dramatizations, and theatrical exercises, all of which contribute to the development of students’ emotional, aesthetic, and creative competencies. Such technologies are oriented toward fostering critically thinking individuals capable of creatively interpreting artistic phenomena and realizing their own potential through active interaction with artistic objects (Eisner, 2002).

The process of engaging with a work of art within the educational space involves not only its perception but, above all, a dialogical interaction with the artistic image. This includes reflection on its content, interpretation, the expression of personal impressions, evaluations, and attitudes, as well as an awareness of the work’s figurative and semantic structure. As a result of such activities, a holistic development of students’ spiritual sphere takes place, particularly in the emotional-volitional and activity-based domains, leading to the formation of moral and aesthetic qualities and the capacity for artistic experience.

The methodological foundation of problem-based and heuristic artistic-pedagogical technologies in art and music education is dialogue as a form of pedagogical interaction, understood not only as a means of communication but also as a value, a creative process, and a shared search for truth between teacher and student. In this context, dialogue functions as a leading mechanism for understanding art, ensuring the transition from the reproductive acquisition of knowledge to its meaningful comprehension and interpretation.

Dialogue in art education represents a form of живого, direct engagement between the student and the artwork, opening the possibility of interaction with the world of spiritual values. Through dialogue, the student apprehends the author’s position, understands the artistic “self” of the work, and the value system of the artist, while simultaneously actualizing their own “self,” as well as their emotional and aesthetic experience. Such an approach fosters an awareness of the significance of art as an essential component of an individual’s spiritual life.

The appropriation of a work of art in art and music education is carried out through the interrelated processes of experience, understanding, and interpretation, in which, despite the importance of the cognitive component, the sensory-emotional sphere predominates. It is precisely emotional engagement that ensures the depth of artistic cognition and fosters the development of empathy and aesthetic evaluation.

The contemporary art lesson (particularly in music education) is oriented toward interpersonal communication, the outcome of which is a profound comprehension of

the musical image. In this context, dialogue emerges as a specific form of emotional and semantic interaction that enables the co-creation of teacher and students, as well as the synthesis of emotions, knowledge, and personal meanings that arise in the process of direct artistic experience.

At the same time, dialogue in art education presupposes the ability of participants in the educational process to respond flexibly to changes in the artistic and pedagogical situation, to “live through” aesthetic ideas, and to interpret the meanings embedded in the artwork, thereby contributing to the development of creative thinking and reflection.

One of the most effective methods for implementing the problem-based and heuristic approach in art and music education is the heuristic conversation. According to L. Masol, it is a verbal dialogical teaching method in which the teacher organizes students’ active cognitive activity through a system of interrelated questions that guide them toward the independent discovery of knowledge (Masol, 2019) [1; 112]. Unlike reproductive forms of instruction, the heuristic conversation is oriented toward the development of creative thinking, as well as the ability to analyze and interpret artistic phenomena.

One of the key techniques within the heuristic conversation is the “Socratic dialogue,” which is based on the art of questioning. Its essence lies in stimulating students’ independent thinking: instead of transmitting ready-made knowledge, the teacher organizes the process of its discovery through a logically structured system of questions.

In the methodology of teaching art, this technique is particularly valuable, as it contributes to the formation of students’ own aesthetic judgments. Rather than providing ready-made information (for example, characteristics of an artistic style), the teacher structures the cognitive process through different types of questions:

- 1) clarification questions (What do you see? What draws your attention?);
- 2) assumption-revealing questions (Why do you think so? Which details support this?);
- 3) argumentative questions (What would change if a certain element were altered?);
- 4) hypothetical questions (How would the work change under different conditions?).

The classical structure of the Socratic dialogue in art and music education includes three stages:

- 1) irony – the identification of superficial or incomplete knowledge;
- 2) maieutics – the process of the “birth of truth” through guiding questions;
- 3) definition – the student’s independent formulation of a generalized conclusion.

The typology of Socratic questioning in art education can be represented by three main groups:

- 1) open-ended questions – aimed at activating emotional experience and expanding the field of interpretation;
- 2) clarifying questions – contributing to the development of the ability to substantiate one’s opinion based on artistic evidence;

3) problem-based and hypothetical questions – ensuring a deeper understanding of the patterns of artistic style and the author’s intent.

As an example, let us consider a set of Socratic questions used in studying the 8th-grade lesson topic “Baroque: The Capriciousness of Visual Forms” (based on the textbook by L. Masol) [2; 103]. Artwork for analysis: Rembrandt van Rijn, The Night Watch (1642).

Scenario of the Socratic dialogue:

Teacher questions (Socratic approach)	Expected children's response options	Methodical purpose of the question
1. (Irony) Look at the group of people. Does this resemble posing for an official portrait? What is happening here: calmness or movement?	- No, it does not. They seem to be preparing for something—someone is taking a flag, someone is loading a musket. It feels like the beginning of an action.	Identification of the main feature of the Baroque style - dynamism.
2. Imagine that you are standing next to them. Where does the light fall from? Is it even daylight?	- The light comes from the side; it is bright, like a spotlight. Everything around is very dark, and certain figures seem to be “emerging” from the darkness.	Understanding the technique of chiaroscuro and the effect of theatricality.
3. Look at the captain (in black, at the center) and his lieutenant (in yellow). Why do we notice them first, even though there are many people in the painting?	- Because they are closest to us, they are the largest, and the brightest light falls on the lieutenant.	Analysis of the multi-layered composition and identification of the main focal point through light.
4. There is a strange little girl in a golden dress in the painting. Does she fit into the group of soldiers? Why do you think she is there?	- She appears almost like a vision; she is very luminous. Perhaps she is a symbol or a talisman of the group? She adds a sense of mystery.	Emphasis on the mysticism and complexity of meaning characteristic of the Baroque.
5. (Maieutics) In your opinion, what was more important for Rembrandt: to depict the face of each patron or to convey the shared energy and tension of the moment?	- Probably the energy. Many faces are in shadow, but we can sense the noise, the sound of drums, and the forward movement.	Derivation of the idea of the primacy of emotion and atmosphere over dry factual representation.
6. (Conclusion) If we combine this “theatrical” lighting, chaotic movement, and dark background, what is the character of this art?	- It is dramatic, contrasting, vivid, and very grand.	Independent identification of the features of realistic Baroque art.

The application of the Socratic dialogue in the educational process of art and music education has a number of pedagogical advantages: it promotes the development of critical thinking, fosters subject–subject relationships between teacher and student, and ensures deep and sustainable acquisition of learning material. Knowledge gained through independent inquiry acquires personal significance and long-term value.

One of the effective techniques for implementing problem-based and heuristic artistic-pedagogical technologies is “Directed Reading Thinking Activity” (DRTA), developed by R. Stauffer (1969) and further elaborated by J. Gunning (2000) (Crawford et al., 2006) [3; 46–48]. This method is appropriate for the in-depth study of educational texts, the development of comprehension skills, and the cultivation of students’ critical thinking.

Directed reading is a strategy for organizing learning activities that involves the active engagement of students in making sense of textual information through purposeful questioning, prediction of content, interpretation, and subsequent discussion. The primary aim of this method is not only to understand the content of a text but also to develop students’ ability to analyze, generalize, and evaluate the information obtained.

The methodology of applying directed reading in art and music education involves a step-by-step organization of work with a text. In particular, the teacher may divide the text into meaningful segments, which allows for guiding students’ cognitive activity. For younger learners, reading aloud with planned pauses is advisable; during these pauses, the teacher poses questions aimed at activating prior knowledge and encouraging prediction. For middle and high school students, independent reading with pre-formulated tasks and guiding prompts proves to be more effective.

From the perspective of the artistic-pedagogical approach, it is important that directed reading enables the integration of cognitive and emotional-value components of learning. This ensures not only the understanding of factual material but also the formation of a personal attitude toward artistic phenomena.

The practical implementation of this technique can be illustrated through work with primary school students (Grade 3, topic “Adventures in Wonderland”) [4; 94–95]. In this case, reading aloud with pauses is used, accompanied by problem-based and heuristic questioning. For example, after reading a fragment about the roles involved in creating a musical (scriptwriter, composer, director, actors), the teacher asks questions aimed at clarifying concepts (“What is a script?”), establishing functional relationships (“What role does the composer play?”), developing cause-and-effect understanding (“Is a musical possible without music or dance?”), and generalization (“Who participates in the creation of a musical?”). Such an approach facilitates the gradual construction of knowledge by students and the formation of a holistic understanding of the artistic phenomenon.

In lower secondary school (Grade 6, topic “Choral Genres: Cantata”) [5; 22–25], the use of directed reading in the format of independent text work with pre-formulated questions is particularly appropriate in art and music education. The content of such tasks is oriented toward different levels of cognitive activity: the reproductive level (defining concepts, recalling facts); the analytical level (comparing historical and contemporary forms of the cantata); the interpretative level (analyzing artistic features of works); the evaluative level (identifying reasons for the popularity of musical compositions); and the reflective level (recognizing the personal significance of the acquired information).

After independent reading, a discussion is organized, which may take the form of a whole-class conversation or small-group work. The teacher's questions guide students toward a deeper understanding of the content, the establishment of logical connections, and the formation of their own positions regarding the studied material.

The effectiveness of the "directed reading" technique lies in its ability to transform the nature of students' learning activity—from passive reception of information to the active search for meaning. Students' attention is focused not on mechanical reading, but on comprehension, analysis, and interpretation of the content, which significantly enhances the level of understanding of the learning material.

Moreover, an important advantage of this method is that it creates conditions for multiple possible answers, stimulates discussion and exchange of ideas, and aligns with the principles of problem-based and heuristic learning, thereby contributing to the development of students' critical thinking and communicative competence.

In general, the methodological arsenal of a teacher of fine arts and music is extremely diverse. In particular, it is advisable to use techniques such as a "simulated dialogue" with composers of different historical periods as representatives of specific genre and stylistic traditions, which allows their work to be actualized within the contemporary educational context. Equally important is the recognition of the student's "voice" as a valuable subject of the educational process, capable of interpretation, evaluation, and even "co-creation" with the artist. In this regard, special importance is attached to artistic-pedagogical technologies that ensure the integration of different art forms, interdisciplinary connections, and the development of the emotional and value-based sphere of the individual.

The conducted research has demonstrated that the application of problem-based and heuristic artistic-pedagogical technologies in teaching the integrated course "Art" and music education is an effective means of developing students' key and subject-specific artistic competencies.

It has been proven that the implementation of such methodological techniques as the "Socratic dialogue" and "Directed Reading" promotes the organization of learning based on inquiry, stimulates cognitive interest, activates thinking processes, and ensures the development of students' critical thinking and creative abilities. Within the framework of the problem-based and heuristic approach, students are engaged in the analysis, interpretation, and independent discovery of the content of artistic phenomena, which enhances their motivation to learn.

It has been established that the integration of artistic-pedagogical technologies with problem-based and heuristic methods creates conditions for the development of aesthetic competence, particularly the ability for emotional and value-based perception of art, its comprehension, and creative self-expression.

Thus, the use of problem-based and heuristic technologies ensures a transition from a reproductive model of learning to an activity-based one, in which the student acts as an active subject of cognition, while the teacher assumes the role of a facilitator and organizer of the educational process.

Prospects for further research are associated with the development of methodological support for problem-based and heuristic learning within a digital

educational environment, as well as with the expansion of the range of corresponding artistic-pedagogical technologies.

References:

1. Masol, L. (2019). *New Ukrainian School: Methodology of Teaching the Integrated Course “Art” in Grades 1–2 on the Basis of the Competency-Based Approach: Instructional Manual*. Kyiv: Heneza. 208 p. [Online]. Available: <https://surl.li/mdoaup>
2. Masol, L. M. (2025). *Art: Textbook of the Integrated Course for Grade 8 of General Secondary Education Institutions*. Kyiv: Osvita Publishing House. 256 p. [Online]. Available: <https://yakistosviti.com.ua/bazova-serednia-osvita/mystetstvo/7-9-klasy/mystetstvo-pidruchnyk-8-klas#calameo>
3. Crawford, A., Saul, W., Mathews, S., & Makinster, D. (2006). *Teaching and Learning Strategies for the Thinking Classroom*. O. I. Pometun (Ed.). Kyiv: Pleiady Publishing. 220 p.
4. Arystova, L. S., & Frolova-Cheredniak, K. O. (2025). *Art: Textbook of the Integrated Course for Grade 3 of General Secondary Education Institutions*. Kyiv: Orion Educational Publishing Center. 160 p. [Online]. Available: <https://pidruchnyk.com.ua/3042-mystectvo-3-klas-arystova.html>
5. Arystova, L. S., & Chen, N. V. (2023). *Art: Textbook of the Integrated Course for Grade 6 of General Secondary Education Institutions*. Kyiv: Orion Educational Publishing Center. 240 p. [Online]. Available: <https://pidruchnyk.com.ua/2689-mystetstvo-6-klas-arystova-2023.html>

THE STEAM APPROACH IN CHEMISTRY EDUCATION: FACILITATING INTERDISCIPLINARY INTEGRATION THROUGH DIGITAL TOOLS

Mujda Aliyeva

Master

Department of Chemistry Teaching Methodology
Baku State University

The modern educational paradigm requires students to demonstrate not only theoretical knowledge but also the ability to establish interdisciplinary connections and digital literacy. This article explores the implementation of the STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) approach in chemistry education and investigates the role of digital tools in this process. The synthesis of chemistry with other disciplines and the impact of this synthesis on students' analytical thinking skills are analyzed.

By its very nature, chemistry serves as a bridge between the microscopic and macroscopic worlds. However, in traditional methodology, teaching chemical processes in isolation creates the problem of "fragmentation of knowledge" among students. The STEAM approach eliminates this issue by placing chemistry at the center of real-world projects. Digital tools serve as the primary means to visualize this complex approach and make it measurable. [1]

1. Digital Modeling of Science and Mathematics

Quantitative analysis in chemistry remains incomplete without digital mathematical tools. For instance, using software such as MS Excel or Origin to graph reaction rate dependencies in topics like chemical kinetics or thermodynamics instills statistical data analysis habits in students. This ensures that the "Mathematics" component functions as a validation of chemical laws.

2. Engineering and Design: 3D Technologies

Understanding chemical structures requires spatial reasoning. Designing the geometric structures of molecules through digital modeling software such as ChemDraw, Avogadro, or HyperChem unites the "Engineering" and "Arts" aspects of STEAM. Students do not merely memorize formulas; they construct physical models of matter and predict its properties.

3. The Technological Component: Virtual and Augmented Reality

Digital tools create a "safe experiment" environment in chemistry education. Platforms like PhET Simulations or Labster allow students to conduct trials that are impossible in a physical laboratory, such as working with radioactive elements or reactions at extreme temperatures. This represents the highest stage of integrating technology into methodology.

4. Interdisciplinary Project Example: "Alternative Energy Sources"

The effectiveness of the STEAM approach is most evident in Project-Based Learning (PBL). During the study of hydrogen fuel cells:

- Science (Chemistry): Investigates electrolysis and oxidation-reduction reactions.
- Engineering: Develops a prototype that increases energy efficiency.
- Technology: Utilizes software to measure fuel consumption.
- Arts: Designs the visual layout of the project and creates ecological infographics.

[2]

When the STEAM approach in chemistry education is supported by digital tools, the creative potential of learners is maximized. This integration not only improves academic achievement but also fosters the ability in future specialists to solve complex problems systematically. For the modern chemistry teacher, digital tools should not be seen merely as auxiliary aids but as an integral part of the methodological system.

References

1. Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*.
2. Yakman, G. (2008). STEAM Education: An overview of creating-focused, integrated education. Virginia Tech.

СТЕЙКХОЛДЕРСЬКИЙ ПІДХІД ЯК ІНСТРУМЕНТ МОДЕРНІЗАЦІЇ ОСВІТНІХ ПРОГРАМ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ

Гирич Зоя Іванівна

доктор педагогічних наук, професор, професор
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Піскунов Андрій Олександрович

студент
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

У сучасних умовах модернізації системи професійної освіти особливого значення набуває стейкхолдерський підхід, який забезпечує інтеграцію освітнього процесу з реальними потребами ринку праці та суспільства. Системне залучення ключових зацікавлених сторін — роботодавців, представників бізнесу, випускників та державних інституцій — сприяє підвищенню якості освітніх програм, їх відповідності сучасним технологічним і соціально-економічним викликам. Такий підхід дозволяє формувати гнучкі та адаптивні траєкторії навчання, орієнтовані на розвиток професійних компетентностей здобувачів освіти, а також забезпечує ефективний зворотний зв'язок між закладами освіти та зовнішнім середовищем.

Актуальність теми визначається необхідністю модернізації освітніх програм на основі стейкхолдерського підходу, що дозволяє підвищити якість підготовки здобувачів вищої освіти, забезпечити їхню конкурентоспроможність та відповідність стратегічним пріоритетам економічного розвитку країни.

Проблематика стейкхолдерського підходу в професійній освіті активно висвітлюється в наукових дослідженнях українських учених. У межах цього напрямку стейкхолдерський підхід розглядається як важлива умова стратегічного розвитку університету, зокрема через налагодження партнерства закладів освіти з бізнесом і місцевими громадами [1]. Значну увагу приділено також обґрунтуванню ролі стейкхолдерів у забезпеченні якості освітніх програм, зокрема запропоновано класифікацію груп зацікавлених сторін та визначено їхній вплив на освітній процес [2]. Окремі дослідження присвячені аналізу практичного досвіду впровадження стейкхолдерського підходу, зокрема на прикладі НТУ «Дніпровська політехніка», де активне залучення стейкхолдерів до розробки освітніх програм сприяє їх відповідності актуальним потребам ринку праці [3].

У зарубіжних дослідженнях також підкреслюється значення стейкхолдерського підходу. Зокрема, робота Р. Фрімена [4] заклала теоретичні основи концепції стейкхолдерів, які нині адаптуються до освітнього контексту. Сучасні публікації вказують на необхідність інтеграції університетів у

інноваційні системи через постійний діалог із роботодавцями та державними інституціями.

Мета дослідження – окреслити специфіку стейкхолдерського підходу як інструменту модернізації освітніх програм та показати його практичну роль у підвищенні якості підготовки здобувачів вищої освіти.

Практична реалізація цього підходу здійснюється через: експертні ради та галузеві комісії, які беруть участь у розробленні та рецензуванні освітніх програм; механізми дуальної освіти, що поєднують навчання у закладі освіти з виробничою практикою на підприємствах; партнерські проекти та грантові програми, спрямовані на впровадження інноваційних технологій і методів навчання; систему наставництва та залучення випускників, які виступають носіями актуального професійного досвіду; державні та регіональні програми підтримки, що формують нормативно-правові та фінансові умови для розвитку освітніх інновацій.

Завданнями стейкхолдерів можуть бути: визначення пріоритетних напрямків запровадження інновацій в навчанні; сприяння проходженню різних видів практик здобувачами освіти; надання пропозицій щодо покращення якості теоретичної та практичної підготовки здобувачів вищої освіти, розвитку необхідних компетентностей тощо. Зовнішні стейкхолдери залучаються до проведення експертної оцінки якості освітніх програм спеціальностей, зокрема з боку підприємств та установ, де впроваджуються інновації у технологічній, управлінській та економічній діяльності, а також до рецензування освітніх програм спеціальностей [3].

Відповідно до рекомендацій Національне агентство із забезпечення якості вищої освіти, ідентифікація стейкхолдерів і врахування їхніх інтересів відкривають нові можливості для вдосконалення освітніх програм. Водночас традиційна академічна модель, замкнена на внутрішніх процесах, поступово втрачає ефективність унаслідок стрімкого розвитку технологій. За таких умов актуалізується перехід від формального проходження практики до сталого партнерства, у межах якого роботодавець виступає співтворцем освітньої програми [5]. Доцільно, щоб студенти закладів вищої освіти усвідомлювали вимоги ринку праці вже з першого курсу, а не лише після здобуття диплома.

Результати наукових досліджень засвідчують пряму залежність між рівнем залучення стейкхолдерів і якістю професійної підготовки: участь підприємств у розробленні силабусів дає змогу заздалегідь формувати релевантний пул компетентностей, необхідних для розв'язання реальних виробничих завдань [6]. Реалізація стейкхолдерського підходу дозволяє подолати розрив між теоретичною базою та практичною підготовкою студентів, забезпечуючи їхню готовність до сучасних викликів ринку праці.

В університетах України стейкхолдери залучаються до рецензування навчально-методичних матеріалів та беруть активну участь у проведенні підсумкової атестації здобувачів вищої освіти. У випадку включення стейкхолдерів до складу Ради університету вони отримують можливість впливати на освітній процес, зокрема сприяти підвищенню якості освітніх

програм і навчального процесу загалом, а також ініціювати внесення змін до нормативних документів.

Дієвість стейкхолдерського підходу яскраво ілюструється алгоритмом взаємодії випускових кафедр з індустріальними партнерами. Отримуючи від компаній запит на формування у майбутніх фахівців спеціальних компетентностей (наприклад, володіння сучасними спеціалізованими програмними комплексами), заклади освіти оперативно оновлюють зміст навчальних модулів [3]. Наслідком такої співпраці є глибоко практико-орієнтоване навчання: студенти розробляють проєкти, що базуються на реальних виробничих кейсах конкретних підприємств. Участь зовнішніх стейкхолдерів у захисті цих робіт виконує подвійну функцію: є об'єктивним критерієм оцінки релевантності освітньої програми та дієвим інструментом відбору талановитої молоді для залучення до програм дуальної освіти.

Ефективність стейкхолдерського підходу підтверджується скороченням часу адаптації молодих фахівців на робочому місці, оновленням знань викладачів та інвестиціями компаній у створення спільних лабораторій. Це формує інноваційну освітньо-виробничу систему, яка забезпечує промисловість висококваліфікованими кадрами.

Завдяки цим механізмам забезпечується ефективний зворотний зв'язок між закладами освіти та зовнішнім середовищем, що дозволяє формувати гнучкі й адаптивні траєкторії навчання, орієнтовані на розвиток професійних компетентностей здобувачів освіти.

Стейкхолдерський підхід доводить свою стратегічну ефективність у модернізації освітніх програм для підготовки здобувачів закладів вищої освіти. Він сприяє підготовці фахівців, здатних одразу інтегруватися у виробничий процес. Перспективи подальших досліджень полягають у розробці методичних рекомендацій щодо системної взаємодії закладів освіти з ключовими стейкхолдерами та у створенні моделей дуальної освіти, адаптованих до українських реалій.

Список літератури:

1. Васиньова Н. Стейкхолдерський підхід як умова стратегічного розвитку університету // *Вісник Національного авіаційного університету*. Серія: Педагогіка. 2020. № 2. С. 12–18.
2. Піскурська Г. Стейкхолдерський підхід у забезпеченні якості вищої освіти // *Педагогічний дискурс*. 2021. № 30. С. 45–52.
3. Шевченко Н., Хитько М. Роль стейкхолдерів у системі забезпечення якості вищої освіти (на прикладі НТУ «Дніпровська політехніка») // *Вища школа*. 2022. № 5. С. 90–97.
4. Freeman R.E. *Strategic management: a stakeholder approach*. Cambridge University Press, 2010. 276 p.
5. Рекомендації щодо запровадження внутрішньої системи забезпечення якості вищої освіти : затв. рішенням Нац. агентства із забезпечення якості вищої освіти від 26 черв. 2019 р. № 6. Київ, 2019. URL: <https://naqa.gov.ua/wp->

content/uploads/2021/05/NAQA-Reccomendations-on-Internal-QA-Systems.pdf
(дата звернення: 04.04.2026).

6. Криштанович С. Вплив стейкхолдерів на якісну підготовку фахівців у закладах вищої освіти // *Socio-Economic Relations in the Digital Society*. 2023. № 2 (48). С. 93–102. DOI: <https://doi.org/10.55643/ser.2.48.2023.505>

ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ ІНЖЕНЕРНОЇ ОСВІТИ: СИНЕРГІЯ ПРОЄКТНО-ОРІЄНТОВАНОГО ПІДХОДУ ТА ТЕХНОЛОГІЙ ОСВІТИ 4.0

Пограничний Богдан Петрович,

аспірант

Вінницький національний технічний університет

Кобилянська Ірина Миколаївна

к. пед. н, доцент, доцент кафедри

безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки

Вінницький національний технічний університет

Вступ

Сучасний етап розвитку світової економіки характеризується швидким впровадженням смарт-технологій. Ці зміни вимагають і відповідної трансформації системи вищої освіти. Традиційні методи навчання, які базуються на пасивній передачі знань від викладача до студентів, втратили свою ефективність. Індустрія потребує фахівців, які здатні вирішувати комплексні нестандартні завдання, працювати в команді та швидко адаптуватися до нових технологічних умов. У відповідь на ці виклики формується нова освітня парадигма, яка отримала назву «Освіта 4.0». Ця концепція передбачає широке використання цифрових інструментів, штучного інтелекту, віртуальної реальності та систем математичного моделювання в освітньому процесі.

Проте впровадження самих лише технологій не здатне забезпечити належний рівень підготовки фахівців. Інформаційні технології є лише інструментом, який потребує розробки ефективного методичного підґрунтя. Одним із найбільш дієвих підходів до організації освітнього процесу в інженерній освіті є проєктно-орієнтоване навчання. Цей метод передбачає здобуття знань та навичок через виконання реальних практичних завдань. Студенти отримують комплексну проблему, для вирішення якої їм необхідно самостійно знайти інформацію, провести розрахунки та запропонувати оптимальне рішення.

Сучасні вимоги до випускників технічних університетів передбачають не лише наявність глибоких теоретичних знань, але й високий рівень володіння спеціалізованим програмним забезпеченням. Залишається також актуальною проблема розриву між теоретичною підготовкою та практичними вимогами ринку праці. Інтеграція цифрових технологій в освітній процес дозволяє подолати цей розрив. Використання цифрових двійників обладнання та симуляторів відкриває нові можливості для дослідницької роботи студентів. Але без належного педагогічного супроводу ці інструменти можуть перетворитися на просту демонстрацію можливостей комп'ютерної техніки. Саме тому виникає потреба в поєднанні цифрових інструментів із сучасними дидактичними підходами. Проєктно-орієнтоване навчання створює контекст, у якому

технології використовуються як засіб досягнення конкретної інженерної мети [1-9].

Метою цієї роботи є аналіз процесу поєднання проєктно-орієнтованого навчання та технологій «Освіта 4.0» під час підготовки фахівців інженерних спеціальностей.

Виклад основного матеріалу

Синергія проєктно-орієнтованого підходу та парадигми «Освіта 4.0» проявляється в докорінній зміні ролі всіх учасників освітнього процесу та середовища, де він здійснюється. Сучасні міжнародні дослідження підтверджують високу ефективність такого поєднання. Згідно з останніми бібліометричними аналізами наукових публікацій за 2025 рік, кількість досліджень щодо застосування проєктно-орієнтованого навчання в інженерній освіті продовжує зростати. Науковці зазначають, що застосування цього методу дозволяє ефективно формувати навички аналітичного мислення та розв'язання проблем.

В умовах парадигми «Освіта 4.0» проєктний підхід завдяки використанню цифрових технологій набуває нових характеристик. Традиційне проєктне навчання часто обмежується фізичними можливостями лабораторного обладнання університету. Студенти не мають змоги досліджувати роботу складних систем у критичних режимах через високу вартість обладнання та вимоги безпеки. Сьогодні цифрові інструменти, такі як середовища математичного моделювання та симулятори, знімають ці обмеження. Студенти отримують можливість створювати цифрові моделі реальних об'єктів і здійснювати всі дослідження.

Основна ідея полягає в тому, що студент отримує не детальний алгоритм рішення, а відкрите професійне завдання. Він самостійно будує модель у спеціалізованому програмному забезпеченні, симулює різні режими роботи та аналізує вплив нових елементів на загальні параметри системи. В цьому процесі програмне середовище виступає як віртуальна лабораторія. Студент тестує різні гіпотези та варіанти налаштувань. Це формує розуміння фізики процесів, яке складно здобути шляхом виконання типових розрахунків. Емпіричні дослідження 2025-2026 років показують, що поєднання активного навчання з інструментами цифрового моделювання значно підвищує академічні результати. Відзначається зменшення кількості помилок при засвоєнні фундаментальних концепцій.

Студенти, які працюють над реальними кейсами із використанням професійного програмного забезпечення, демонструють вищий рівень автономності. Вони навчаються самостійно знаходити та виправляти помилки в своїх цифрових моделях. Змінюється також функціональна роль викладача. Він перестає бути єдиним джерелом навчальної інформації, а виконує роль і координатора проєктів. Його основні завдання полягають у правильній постановці проблеми, консультуванні на етапі створення цифрових моделей та об'єктивному оцінюванні кінцевих результатів.

Важливим аспектом є розвиток навичок спільної роботи. Цифрові інструменти дозволяють організувати командну роботу над проектом у єдиному освітньому середовищі. Студенти розподіляють завдання, розробляють окремі підсистеми, а в подальшому їх об'єднують у комплексну модель. Це імітує виробничий процес у сучасних компаніях. Оцінювання результатів навчання також адаптується. На перший план виходить захист реалізованих проектів. Викладач оцінює працездатність моделі й обґрунтованість прийнятих рішень. Такий підхід робить процес оцінювання об'єктивним, а майбутній фахівець отримує практичний досвід вирішення задач.

Висновки

Інтеграція інструментів парадигми «Освіта 4.0» та проектно-орієнтованого навчання забезпечує перехід до дослідницької моделі підготовки майбутніх фахівців. Використання цифрових симуляцій для вирішення галузевих завдань підвищує автономність студентів, формує аналітичне мислення та відповідає вимогам сучасного високотехнологічного ринку праці.

Список літератури

1. Álvarez, A. J., Hernández, H. C. (2026). Investigating the Impact of Education 4.0 and Digital Learning on Students' Learning Outcomes in Engineering: A Four-Year Multiple-Case Study. *Informatics*, 13, 18. DOI: <https://doi.org/10.3390/informatics13020018>
2. Amarathunga, B., Khatibi, A. (2024). Graduate employability skills, trending avenues and research gaps: a systematic literature review and bibliometric analysis. *Asian Education and Development Studies*. Vol. 14. P. 320-339. DOI: <https://doi.org/10.1108/AEDS-04-2024-0085>
3. Kobylanskyi, O., Stavnycha, T., Dembitska, S., Kobylanska, I., & Miastkovska, M. (2024). Innovative Learning Technologies in the Process of Training Specialists of Engineering Specialties in the Conditions of Digitalization of Higher Education. In: Auer, M.E., Cukierman, U.R., Vendrell Vidal, E., Tovar Caro, E. (eds) Towards a Hybrid, Flexible and Socially Engaged Higher Education. ICL 2023. *Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 911. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-53382-2_1
4. Lavado-Anguera, S.; Velasco-Quintana, P.-J.; Terrón-López, M.-J. (2024). Project-Based Learning (PBL) as an Experiential Pedagogical Methodology in Engineering Education: A Review of the Literature. *Educ. Sci.* 14, 617. DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci14060617>.
5. Mota, F. B., Cabral, B. P., Braga, L. A. M. (2025). Mapping the global research on project-based learning: a bibliometric and network analysis. *Frontiers in Education*. Vol. 10. Art. 1522694. DOI: <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1522694>.
6. Puhach, V., Dembitska, S., Kobylanskyi, O., Kobylanska, I., Moskovchuk, O. (2025). Development of Students Support Strategies in Digital Educational Environment by Means of Artificial Intelligence. In: Auer, M. E., Rüttemann, T. (eds) Futureproofing Engineering Education for Global Responsibility. ICL 2024. *Lecture*

Notes in Networks and Systems, vol 1260. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-85652-5_22.

7. Sivert, I., Dembitska, S., Kobylanskyi, O., Yarovy, R., Sotskyi, B. (2025). Development of Educational Strategies for Preparing Students for the Challenges of Robotics. In: Auer, M. E., Rüttnann, T. (eds) Futureproofing Engineering Education for Global Responsibility. ICL 2024. *Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 1260. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-85652-5_20.

8. Yarovy, R., Dembitska, S., Kobylanskyi, O., Sivert, I., Sotskyi, B. (2025). The Impact of Digitalization on the Evolution of Competencies and Changing Needs in the Labor Market. In: Auer, M. E., Rüttnann, T. (eds) Futureproofing Engineering Education for Global Responsibility. ICL 2024. *Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 1260. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-85652-5_19.

9. Войтко С., Глущенко Я., Черненко Н. (2023). Розвиток освітніх проєктів в умовах індустрії 4.0. Збірник тез III Міжнародної науково-практичної конференції «Бізнес, інновації, менеджмент: проблеми та перспективи», с. 268-270.

ВИКОРИСТАННЯ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ ПРИ ВИКЛАДАННІ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ В ТЕХНІЧНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ

Соколовська Галина Володимирівна,
старший викладач,
Одеський національний морський університет

Реформування всієї системи вищої освіти і зокрема математичної освіти передбачає вдосконалення змісту математичної підготовки з метою надання здобувачам не лише ґрунтовних теоретичних знань а й формування навичок застосування їх на практиці. Будь-який розділ курсу вищої математики містить задачі, яким можна й потрібно надати відповідне професійне спрямування. В роботі [1] розглядаються деякі задачі будівництва та архітектури, в роботі [2] – низка задач судноплавства та гідротехнічного будівництва, що можуть бути використані при викладанні аналітичної геометрії, диференціального та інтегрального числення тощо. Розглянемо дві задачі, що зводяться до розв'язування диференціальних рівнянь.

Задача 1. Судно водотоннажністю 1300 тон рухається прямолінійно зі швидкістю $v_0=20$ м/сек. Опір води пропорційний квадрату швидкості судна й дорівнює 39 тонам при швидкості 1 м/сек. Яку відстань пройде судно після зупинки двигуна, перш ніж його швидкість дорівнюватиме 5 м/сек? За який час судно пройде цю відстань?

Нехай M – маса судна, v – його швидкість. Центр мас рухається як матеріальна точка, зазнаючи опору води, що дорівнює $-kv^2$ ($k=39$). З іншого боку, згідно з другим законом Ньютона сила, що діє на судно: $F = M \frac{dv}{dt}$. Отже маємо диференціальне рівняння:

$$M \frac{dv}{dt} = -kv^2$$

або

$$1300 \frac{dv}{dt} = -39v^2.$$

Відокремлюємо змінні та інтегруємо:

$$-\frac{dv}{v^2} = 0,03dt \Rightarrow \frac{1}{v} = 0,03t + C_1.$$

Враховуючи початкову умову $v(0) = v_0 = 20$, одержимо: $C_1 = \frac{1}{20}$,

$$\frac{1}{v} = 0,03t + \frac{1}{20}. \quad (1)$$

Знайдемо тепер, скільки часу пройде до того моменту, коли швидкість судна зменшиться до 5м/сек.

$$\frac{1}{5} = 0,03t + \frac{1}{20} \Rightarrow t = \left(\frac{1}{5} - \frac{1}{20} \right) : 0,03 = 5 \text{ сек.}$$

Позначимо через $S(t)$ відстань, яку пройде судно за час t , що пройшов після вимкнення двигуна. Враховуючи, що $v = \frac{dS}{dt}$, запишемо рівняння (1) у вигляді

$$\frac{dt}{dS} = 0,03t + \frac{1}{20} \text{ або } dS = \frac{20 dt}{0,6t + 1}.$$

Проінтегрувавши останнє рівняння, маємо:

$$S = \frac{100}{3} \ln(0,6t + 1) + C_2. \text{ Звідки згідно з початковою умовою } S(0) = 0,$$

одержимо: $C_2 = 0$ отже

$$S = \frac{100}{3} \ln(0,6t + 1). \quad (2)$$

Тепер знайдемо відстань, яку пройде судно до моменту, коли його швидкість досягне 5 м/сек. Оскільки, як уже відомо, це станеться через 5 секунд після вимкнення двигуна, підставимо $t = 5$ сек в рівність (2). Отримаємо:

$$S(5) = \frac{100}{3} \ln 4 \approx 46,2 \text{ м.}$$

Задача 2. У дні циліндричного резервуара, наповненого рідиною, є отвір. Приймаючи швидкість витoku рідини пропорційною висоті її рівня в резервуарі і знаючи, що протягом першої доби витікає 10% всієї рідини, знайдіть, скільки часу знадобиться, щоб витікла третина усієї рідини.

Нехай R – радіус резервуара, h – його висота, $x(t)$ – висота рівня рідини через t днів. Тоді об'єм рідини в момент t дорівнює $\pi R^2 x(t)$ а швидкість зміни об'єму:

$\pi R^2 \frac{dx}{dt}$. За умовою задачі ця величина пропорційна x , тому одержимо диференціальне рівняння

$$\pi R^2 \frac{dx}{dt} = kx.$$

Відокремлюємо змінні та інтегруємо:

$$\pi R^2 \frac{dx}{x} = k dt \Rightarrow \pi R^2 \ln x = kt + C.$$

Згідно з умовою $x(0) = h$, отже $C = \pi R^2 \ln h$. Розв'язок задачі Коші:

$$\pi R^2 \ln \frac{x}{h} = kt. \quad (3)$$

Скористаємось тепер тим фактом, що через одну добу рівень рідини знизився на 10% і, таким чином, становив $\frac{9}{10}h$. Підставимо умову $x(1) = \frac{9}{10}h$ у рівність

(3). Маємо:

$$k = \pi R^2 \ln \frac{9}{10}, \text{ отже } \ln \frac{x}{h} = t \ln \frac{9}{10}.$$

Визначимо тепер, через скільки днів рівень рідини становитиме $\frac{2}{3}h$.

Підставивши це значення x в останню рівність, дістанемо: $t = \frac{\ln \frac{2}{3}}{\ln \frac{9}{10}} \approx 3,85$ доби.

Список літератури:

1. С.Б. Сиваш, Г.В. Соколовська. Вища математика в задачах будівництва та архітектури. *Наука і техніка сьогодні*. 2023. №14(28). С. 446- 458.
2. Соколовська Г.В. Математичні моделі деяких задач судноплавства та гідротехнічного будівництва. *Таврійський науковий вісник*. 2024. Вип. 6. С. 248-253.

ШЛІФУВАЛЬНІ ШЛАМИ ЯК ДЖЕРЕЛО ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ: ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПІДГОТОВКИ ТА ОЧИЩЕННЯ

Вернигора Віктор Дмитрович,

канд. техн. наук, доцент, викладач вищої категорії
Відокремлений структурний підрозділ
«Дніпровський фаховий коледж інженерії та педагогіки
Український державний університет науки і технологій»

Екологічні дослідження, проведені в останні десятиліття в багатьох країнах світу, показали, що весь зростаючий руйнівний вплив антропогенних факторів на навколишнє середовище призвело його на грань кризи. Забруднення природного середовища твердими, рідкими та газоподібними відходами виробництва й споживання, що викликають деградацію навколишнього середовища, останнім часом залишаються найгострішою екологічною проблемою, що має пріоритетне соціальне й економічне значення.

В умовах України з 2–2,5 млрд. т/рік природних ресурсів, що використовуються у промисловості, більша частина перетворюється в промислові відходи (ПВ).

На підприємствах машинобудування (особливо на підшипникових заводах) і металургії, що здійснюють обробку металів, щомісяця утворюються тисячі тонн металовмісних шламів.

Особливу проблему представляють шліфувальні шлами, що є важкоруйнівним конгломератом металевих частинок із вкрапленнями абразиву і зв'язування, просоченими МОР (мастильно-охолоджуючою рідиною). У зв'язку зі значним умістом у металовмісних шламах машинобудівних і металургійних виробництв неметалевих включень і мастильно-охолоджувальних рідин, вони не можуть утилізуватися без попередньої переробки.

Переробка вторинних матеріалів є найбільш активною формою захисту навколишнього середовища від шкідливого впливу відходів промислових підприємств і актуальним завданням економії та раціонального використання природних ресурсів.

Основну масу шліфувальних шламів представляє собою дрібнодисперсна металева стружка, зволожена залишками мастильно-охолоджувальних рідин. Вилучення металевих частинок зі шліфувальних шламів є одним з найефективніших і дешевих способів одержання сировини для порошкової металургії та одержання композиційних матеріалів.

Шлам абразивної обробки складається із твердих частинок металу розміром від 5 до 500 мкм і частинок абразивного інструменту розміром від 7 до 200 мкм. Щільність металевих твердих частинок дорівнює $\rho_m = 7800 \text{ кг/м}^3$, а твердих частинок абразиву – $\rho_a = 2400 \text{ кг/м}^3$ [1].

Для того щоб якісно провести вилучення твердих металевих і абразивних частинок з загальної маси шламу, першочергово необхідно відмити їх від органічних забруднень, розділити за щільністю в потоці миючого розчину [2]. Миюча дія полягає у видаленні із поверхні твердих частинок залишків МОР і масел, перенесення їх у миючий розчин у виді розчинів або дисперсій.

Ефективність очищення поверхні твердих частинок визначається за рівнем зменшення забруднення на поверхні. Час очищення поверхні твердих частинок від забруднень визначається за формулою [3]:

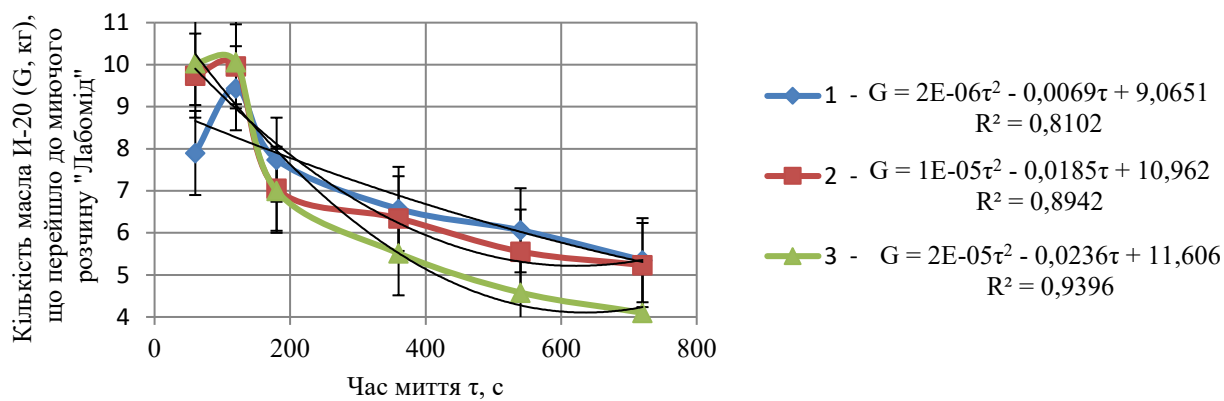
$$t = \frac{1}{M_c \cdot 10^3}, \text{ с.}, \quad (1)$$

де M_c – миюча здатність розчину у відносних одиницях.

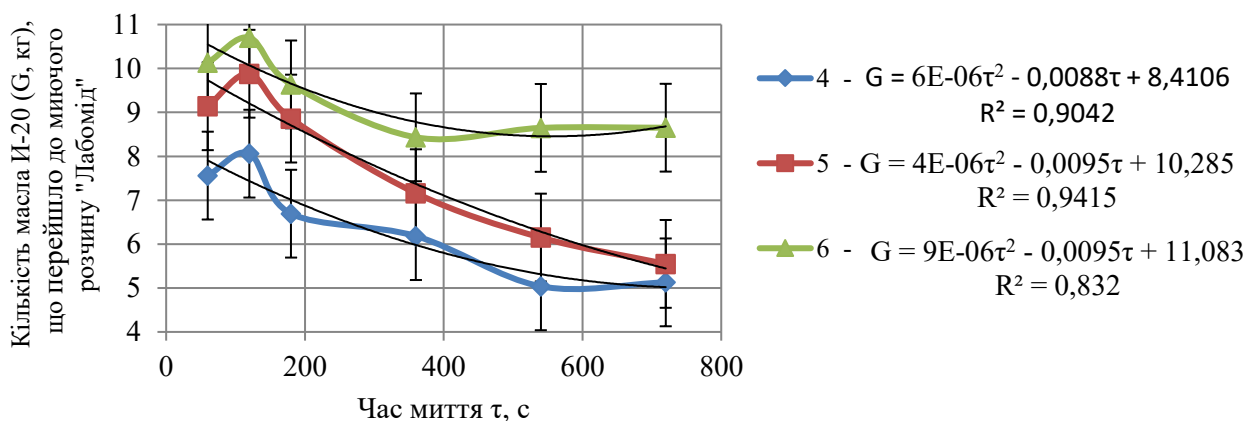
Для отримання максимально очищених металевих частинок від масел і залишків МОР, здатних не підлягати корозії після процесу миття шламу необхідно провести вибір миючих засобів та дослідити вплив концентрації та температури миючого розчину на процес миття шламів абразивної обробки металів. Для виконання цієї мети були проведені експериментальні дослідження процесу миття твердих частинок шламу. Для цього використовувалися водні розчини з мийними засобами «Лабомід», «Їдкий натр», «Тімлайт» концентрацією 10–30 г/л і температурою розчину 25–45 °С [4].

На металеву сітчасту пластинку розміром 60x10x0,5 мм наносили певну кількість масла И–20 ($M_{\text{масла}}$), що займало на пластинці площу F . Перед цим сітчасту пластинку промивали в очищеному бензині і розчині аміаку, сушили її при природних умовах (температурі 20–25 °С) протягом 12 годин. Зважували чисту висушену пластинку на аналітичних вагах ВЛ–200, а потім наносили на неї масло і знову зважували. У градуйовану пробірку наливали миючий розчин об'ємом 10 мл і опускали забруднену маслом пластинку на відповідний час, при цьому надавали пластинці зворотно-поступальний рух у миючому розчині. Через час (τ , с), пластинку виймали з пробірки, даючи стекти до останньої краплі миючому розчину в пробірку. Просушували пластинку при тих же умовах, що і раніше. Потім зважували пластинку і математично визначали залишок масла на пластинці і кількість масла, що перейшло в миючий розчин після миття у відповідному миючому розчині заданої концентрації і температурі розчину.

В процесі експериментального дослідження встановлено, що розчин з синтетичним мийним засобом «Лабомід» володіє кращою миючою здатністю, а металеві частинки не потребують додаткової антикорозійної обробки із-за наявності у мийному засобі інгібіторів корозії. Тому усі подальші дослідження процесу миття шліфувального шламу проводилися з миючим розчином «Лабомід». У результаті дослідження були отримані числові значення, G , кг – кількості масла, що переноситься з поверхні твердого тіла в миючий розчин, отримані графічні залежності $G = f(C_p, T, \tau)$, що наведені на рисунку 1 (а, б).



а)



б)

Рисунок 1. Залежність часу миття τ , (сек.) шламу від кількості масла G (кг), що переноситься до миючого розчину "Лабомід" при: а) концентрації $C_p = 10$ г/л і температурах розчину: 1 – $T = 25$ °С, 2 – $T = 35$ °С, 3 – $T = 45$ °С; б) концентрації 20 г/л і температурах розчину: 4 – $T = 25$ °С, 5 – $T = 35$ °С, 6 – $T = 45$ °С

Джерело рисунка: побудовано автором

В результаті експериментально отриманих даних процесу миття шламу абразивної обробки металів, з застосуванням методу планування експерименту, а саме, повного факторного експерименту, побудована математична модель $G = f(C_p, T, \tau)$ залежності кількості забруднення (G , кг), перенесеного з боку шламу в миючий розчин, від таких факторів, як C_p , (кг/м³) – концентрація миючого розчину; T , (° С) – температура миючого розчину; τ , (с) – час миття, що представлено наступною формулою:

$$G = 108,03 - 0,824C_p - 0,42T - 0,0083\tau + 0,0185C_pT - 0,0001T\tau + 0,0084C_p^2 + 0,0031T^2 + 0,0000092\tau^2 \quad (2)$$

Розроблена математична модель процесу миття шліфувальних шламів в миючому розчині дозволяє визначити кількість забруднення (масла), яке переходить в миючий розчин за час миття τ [5]. Це дозволить оптимізувати процес миття і мінімізувати габаритні розміри мийного жолобу обладнання для утилізації шліфувальних шламів [6].

Список літератури:

1. Тихонцов А. М., Нечипоренко В. И., Коробочка А. Н., Левчук А. С. Механизация трудоёмких и вспомогательных процессов в механических цехах: справочник. Київ: Техніка, 1987. 160 с.
2. Вернигора В. Д. Особенности процесса мойки твердых частиц шлама абразивной обработки. *Системные технологи. Автоматизация вспомогательных процессов в машиностроении*. Рег. меж вуз. сб. науч. трудов. Днепропетровськ. 1997. Вып. 1. С. 7–10.
3. Вернигора В. Д., Лагода Н. Н. Исследование процесса мойки шламов. *Системні технології. Дослідження динаміки і оптимізація параметрів технологічних процесів*. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. Дніпропетровськ. 1998. Вип. 2. С. 119–121.
4. Вернигора В. Д., Коробочка А. Н. Исследование влияния концентрации и температуры моющего раствора на его моющую способность. *Механизация производственных процессов рыбного хозяйства, промышленных и аграрных предприятий*. Сб. науч. труд. КГМТУ. Керчь. 2011. Вып 12. С. 85–90.
5. Вернигора В. Д. Переробка шламів абразивної обробки. *Теоретичні та прикладні аспекти розвитку науки (частина IV)*: матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції м. Київ, 6–7 грудня 2017 року. Київ: Міжнародний Центр Наукових Досліджень, 2017. С. 14.
6. Вернигора В. Д., Коробочка А. Н. Вилучення металічних частинок з шламу абразивної обробки металів. *Збагачення корисних копалин: наук. –техн. зб.* Дніпропетровськ, 2008. С. 26–32.

ПРИНЦИПИ ДОБРОЧЕСНОГО ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ПРАВОСУДДІ

Копитова Олена Сергіївна

Доктор юридичних наук, доцент кафедри економіко-правових дисциплін
Навчально-наукового інституту права і психології Національної академії
внутрішніх справ, старший дослідник. Суддя у відставці

Стрімка інтеграція технологій штучного інтелекту у сферу правосуддя зумовлює необхідність переосмислення традиційних уявлень про здійснення судової діяльності, яка історично базується на принципах верховенства права, незалежності суду та справедливості. Використання алгоритмічних систем для аналізу судової практики, пошуку релевантних рішень і автоматизації процесуальних дій, з одного боку, підвищує ефективність та передбачуваність правосуддя, а з іншого — породжує суттєві ризики, пов'язані з непрозорістю алгоритмів, потенційною упередженістю, делегуванням окремих повноважень та зниженням ролі судження людини. Саме тому, актуальним є питання принципів добросовісного використання штучного інтелекту як нормативно-ціннісної основи, здатної забезпечити баланс між технологічною ефективністю та гарантіями права на справедливий суд, що підтверджується сучасними підходами до регулювання ШІ, зокрема закріпленими у Акті про штучний інтелект Європейського Союзу.

Міжнародні та європейські стандарти застосування штучного інтелекту у сфері правосуддя формуються переважно в межах правозахисної парадигми, де технологія розглядається не як автономний суб'єкт, а як інструмент, що здатний розвантажити людину від рутинних задач. Ключовим нормативним орієнтиром виступає Акт про штучний інтелект Європейського Союзу, який запроваджує ризик-орієнтований підхід до регулювання та відносить значну частину систем, що використовуються у сфері правосуддя, до категорії високого ризику, передбачаючи для них спеціальні вимоги щодо безпеки, прозорості та дотримання основоположних прав [1]. Важливим елементом цього підходу є закріплення обов'язкового контролю з боку людини (human oversight), який має забезпечити можливість втручання людини у процес функціонування системи, інтерпретації її результатів та відмови від їх застосування у випадку загрози правам і свободам [2]. Паралельно у рамках Ради Європи сформовано етичні стандарти використання ШІ у правосудді, зокрема у Європейській етичній хартії щодо використання ШІ, яка прямо пов'язує застосування алгоритмів із дотриманням гарантій справедливого суду, передбачених статтею 6 Конвенції [3].

Практика Європейського суду з прав людини у свою чергу формує аксіологічний фундамент, в межах якого оцінюється допустимість використання штучного інтелекту в судовій діяльності. Хоча Суд ще не виробив усталеної доктрини щодо штучного інтелекту, його підхід ґрунтується на людиноцентричному підході, який означає, що будь-яке використання

технологій у сфері правосуддя повинно підпорядковуватися забезпеченню прав і свобод людини, а не заміщувати їх алгоритмічними рішеннями. Крім того, у даному випадку ключового значення набуває збереження за людиною — суддею — ролі носія повноважень щодо здійснення індивідуалізованої оцінки обставин справи, здатного оцінювати докази у їх сукупності та формувати внутрішнє переконання, що не може бути повністю формалізоване або відтворене засобами штучного інтелекту. Тому застосування алгоритмів у правосудді прямо пов'язується з гарантіями права на справедливий суд, включаючи право бути почутим, принцип рівності сторін та обов'язок обґрунтування судового рішення [4].

Система принципів добросовісного використання штучного інтелекту в правосудді має вибудовуватися з урахуванням пріоритету розсуду людини як ключової гарантії справедливості, що знаходить своє вираження у принципі **контролю з боку людини** (human-in-the-loop). Його зміст полягає у забезпеченні реального, а не формального нагляду за функціонуванням алгоритмічних систем, що передбачає можливість судді втручатися у процес їх застосування, критично оцінювати результати та приймати остаточне рішення на основі внутрішнього переконання. Такий підхід прямо закріплено у Акті про штучний інтелект, який встановлює обов'язковість контролю для систем високого ризику, зокрема тих, що використовуються у сфері правосуддя [1], що відображає загальноєвропейську тенденцію до збереження антропоцентричного характеру судової діяльності.

Наступним системоутворюючим елементом є **принцип прозорості**, який передбачає забезпечення зрозумілості логіки функціонування алгоритмічних систем для судді та учасників процесу. Його значення полягає не лише у технічній можливості інтерпретації результатів, але й у гарантуванні права особи знати підстави прийнятого щодо неї рішення, що є складовою права на захист. У науковій літературі обґрунтовується існування «права на пояснення» як реакції на поширення автоматизованого прийняття рішень [5], що набуває особливої актуальності у судовій сфері, де непрозорість алгоритмів може прямо впливати на довіру до правосуддя.

Особливого значення в умовах використання великих масивів даних набуває **принцип недискримінації**, спрямований на запобігання відтворенню або посиленню соціальних упереджень у процесі функціонування систем ШІ. Алгоритмічні моделі, навчені на історичних даних, можуть відтворювати існуючі нерівності, що ставить під загрозу принцип рівності сторін у судовому процесі. Як доводять дослідження у сфері права та технологій, навіть формально нейтральні алгоритми можуть мати диспропорційний вплив на окремі групи [6], що зумовлює необхідність постійного аудиту, тестування та коригування таких систем з метою забезпечення їх справедливості.

Функціональне завершення системи становить **принцип підзвітності**, який передбачає чітке визначення суб'єктів, відповідальних за створення, впровадження та використання систем штучного інтелекту, а також забезпечення можливості їх перевірки й контролю. Йдеться про формування механізмів

юридичної та інституційної відповідальності за наслідки застосування алгоритмічних рішень, що є необхідною умовою довіри до таких технологій.

Нарешті, інтегративним елементом усієї системи виступає **принцип забезпечення права на справедливий суд**, який трансформується під впливом цифровізації, але не втрачає своєї сутнісної природи. Використання штучного інтелекту не може призводити до спрощення судового розгляду до формалізованого алгоритмічного процесу, а повинно залишатися допоміжним інструментом, підпорядкованим цілям правосуддя та захисту прав людини.

Узагальнення проведеного дослідження дозволяє дійти висновку, що імплементація принципів добросовісного використання штучного інтелекту у національну систему правосуддя має здійснюватися на декількох взаємопов'язаних рівнях — нормативному, інституційному та практичному, що забезпечить їх не декларативний, а реальний характер. Передусім, на нормативному рівні доцільним є закріплення базових принципів використання ШІ у процесуальному законодавстві та спеціальних актах, які зможуть в повній мірі регулювати цифровізацію судочинства, з урахуванням підходів, закладених у Акті про штучний інтелект. Йдеться не лише про формальне визнання допустимості застосування таких технологій, а про визначення чітких меж їх використання, обов'язковість людського контролю, вимоги до прозорості алгоритмів та гарантії процесуальних прав учасників справи.

На інституційному рівні важливим напрямом є розробка та впровадження етичних кодексів і стандартів використання штучного інтелекту в судовій діяльності, які б конкретизували загальні принципи добросовісності з урахуванням специфіки функціонування судової системи. Такі документи повинні визначати правила взаємодії судді з алгоритмічними системами, критерії допустимості їх використання, а також механізми внутрішнього контролю та аудиту. Водночас особливого значення набуває підвищення рівня цифрової компетентності суддів та працівників апарату суду, оскільки ефективна реалізація принципу контролю з боку людини можлива лише за умови належного розуміння технологічної природи відповідних інструментів.

На практичному рівні імплементація зазначених принципів має знаходити своє відображення у судовій практиці, яка поступово формуватиме стандарти допустимого використання штучного інтелекту через оцінку конкретних кейсів. Саме через призму таких стандартів має оцінюватися допустимість використання алгоритмічних інструментів у кожному конкретному випадку.

Отже, ефективна імплементація принципів добросовісного використання штучного інтелекту у правосудді можлива лише за умови комплексного підходу, що поєднує нормативне закріплення, інституційне забезпечення та формування відповідної правозастосовної практики. Такий підхід дозволяє забезпечити баланс між технологічною модернізацією судової системи та збереженням її фундаментальних цінностей, передусім — пріоритету розсуду людини-судді, якого не може бути повністю замінено алгоритмічними рішеннями.

Список літератури:

1. Regulation (EU) 2024/1689 of the European Parliament and of the Council of 13 June 2024 laying down harmonised rules on artificial intelligence and amending Regulations (EC) No 300/2008, (EU) No 167/2013, (EU) No 168/2013, (EU) 2018/858, (EU) 2018/1139 and (EU) 2019/2144 and Directives 2014/90/EU, (EU) 2016/797 and (EU) 2020/1828 (Artificial Intelligence Act) (Text with EEA relevance). URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32024R1689>
2. Banks I. Judges-in-the-loop? Judicial involvement in human oversight of high-risk decision support systems under the EU AI Act, *International Journal of Law and Information Technology*, Volume 34, 2026, URL: <https://doi.org/10.1093/ijlit/eaag001>
3. European Ethical Charter on the use of artificial intelligence in judicial systems and their environment [Electronic resource] / European Commission for the Efficiency of Justice (CEPEJ), Council of Europe. – Strasbourg, 2018. URL: <https://www.europarl.europa.eu/cmsdata/196205/COUNCIL%20OF%20EUROPE%20-%20European%20Ethical%20Charter%20on%20the%20use%20of%20AI%20in%20judicial%20systems.pdf>
4. Dushi D. Human Rights in the Era of Automated Decision Making and Predictive Technologies. URL: <https://www.gchumanrights.org/preparedness/human-rights-in-the-era-of-automated-decision-making-and-predictive-technologies/>
5. Goodman B., Flaxman S. European Union regulations on algorithmic decision-making and a «right to explanation». *AI Magazine*. 2017. URL: <https://doi.org/10.1609/aimag.v38i3.2741>
6. Barocas S., Selbst A. Big Data's Disparate Impact. *California Law Review*. 2016. URL: <https://doi.org/10.15779/Z38BG31>

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЦИФРОВИХ ІНВЕСТИЦІЙ У СФЕРІ УПРАВЛІННЯ ОБОРОТНИМИ АКТИВАМИ

Миرونчук В.М.,

к.е.н., доцент, доцент кафедри фінансів,
банківської справи та страхування,

Вінницький навчально-науковий інститут економіки ЗУНУ

Умови становлення цифрової економіки, що характеризуються зростанням ролі даних як стратегічного ресурсу та поглибленням інтеграції інформаційних технологій у бізнес-процеси, актуалізують проблематику оцінки ефективності цифрових інвестицій, зокрема у сфері управління оборотними активами підприємства. Враховуючи їхню функціональну природу як динамічної частини капіталу, що забезпечує безперервність відтворювального процесу, постає необхідність формування адекватного методологічного підходу до вимірювання результативності вкладень у цифрові рішення, спрямовані на оптимізацію управління запасами, дебіторською заборгованістю та грошовими потоками.

Еволюція підходів до оцінки інвестиційної ефективності – від класичних фінансових критеріїв (чиста приведена вартість, внутрішня норма дохідності, період окупності) до багатовимірних моделей, що враховують нематеріальні вигоди, - відображає поступовий перехід до розуміння інвестицій як складного соціально-економічного процесу, результати якого не обмежуються безпосереднім фінансовим ефектом. У випадку цифрових інвестицій ця специфіка набуває особливої ваги, оскільки значна частина їхнього ефекту проявляється у формі підвищення прозорості, швидкості прийняття рішень, зниження інформаційної асиметрії та посилення адаптивності підприємства до змін зовнішнього середовища [1].

У площині управління оборотними активами цифрові інвестиції реалізуються через впровадження ERP-систем, платформ аналітики великих даних, систем автоматизованого управління запасами та фінансовими потоками. Це дозволяє трансформувати саму природу управління від фрагментарного та реактивного до інтегрованого та проактивного, де ключовим об'єктом аналізу виступають не окремі елементи активів, а їх взаємопов'язані потоки. Відповідно, ефективність таких інвестицій повинна оцінюватися не лише за показниками зниження витрат чи зростання прибутковості, а й через призму оптимізації оборотності капіталу, скорочення тривалості операційного циклу та підвищення якості управлінських рішень.

Суттєвим аспектом є те, що цифрові інвестиції формують так званий кумулятивний ефект, який проявляється у довгостроковій перспективі через накопичення даних та вдосконалення алгоритмів їх обробки. Це ускладнює застосування традиційних методів оцінки, які базуються на дисконтуванні грошових потоків, і вимагає залучення альтернативних підходів, зокрема оцінки реальних опціонів, що дозволяють враховувати гнучкість управлінських рішень та можливість адаптації інвестиційної стратегії в умовах невизначеності. Таким

чином, цифрові інвестиції слід розглядати як інструмент створення потенціалу майбутньої ефективності, а не лише як джерело поточних економічних вигід.

Особливості застосування методології оцінювання ефективності цифрових інвестицій у цій сфері зумовлюються їхньою гібридною природою, що поєднує фінансові, технологічні та інституційні компоненти. По-перше, виникає необхідність поєднання кількісних і якісних методів аналізу, оскільки значна частина ефектів має латентний характер і не піддається прямій грошовій оцінці. Це передбачає використання інтегральних показників, що синтезують фінансові оцінки з індикаторами ефективності бізнес-процесів, такими як швидкість обробки інформації, рівень автоматизації та точність прогнозування.

По-друге, методологія оцінювання повинна враховувати часову асиметрію ефектів цифрових інвестицій, коли початкові витрати є значними, тоді як вигоди проявляються поступово та мають кумулятивний характер. У цьому контексті доцільним є застосування динамічних моделей оцінки, зокрема підходу реальних опціонів, що дозволяє інтерпретувати цифрові інвестиції як інструмент створення стратегічної гнучкості та можливості адаптації до змін ринкового середовища.

По-третє, важливою особливістю є необхідність урахування мережевих ефектів та ефектів масштабу, що виникають у процесі цифровізації. Зростання обсягу даних та розширення функціональності систем призводить до нелінійного зростання корисності інвестицій, що ускладнює застосування традиційних лінійних моделей оцінки та потребує використання сценарного аналізу та імітаційного моделювання.

По-четверте, методологія має бути чутливою до рівня цифрової зрілості підприємства, який визначає здатність організації ефективно використовувати впроваджені технології. Це означає, що однакові за обсягом інвестиції можуть генерувати різний економічний ефект залежно від організаційних компетенцій, структури управління та корпоративної культури, що обумовлює необхідність включення до оцінки інституційних параметрів.

Крім того, специфіка цифрових інвестицій вимагає врахування ризиків, пов'язаних із кібербезпекою, технологічною залежністю та швидким моральним старінням програмного забезпечення. Це передбачає інтеграцію ризик-орієнтованого підходу в загальну систему оцінювання, що дозволяє забезпечити більш реалістичну інтерпретацію очікуваних результатів.

З огляду на зазначене, доцільним є формування комплексного підходу до оцінки ефективності цифрових інвестицій, який поєднує фінансові, операційні та стратегічні показники. Поряд із традиційними показниками доцільно використовувати індикатори якості даних, швидкості обробки інформації та рівня інтеграції бізнес-процесів.

Отже, оцінка ефективності цифрових інвестицій у сфері управління оборотними активами повинна базуватися на інтеграції різнорівневих критеріїв та врахуванні специфічних особливостей їх реалізації. У сучасних умовах цифровізації такі інвестиції виступають не лише засобом підвищення ефективності використання ресурсів, але й інструментом формування

довгострокових конкурентних переваг, забезпечуючи здатність підприємства до адаптації, інноваційного розвитку та стійкого функціонування в умовах зростаючої невизначеності.

Окремої уваги заслуговує інституційний вимір оцінки ефективності цифрових інвестицій, який пов'язаний із трансформацією організаційних структур, бізнес-процесів та корпоративної культури. Впровадження цифрових технологій у сфері управління оборотними активами змінює логіку взаємодії між підрозділами підприємства, підвищує рівень формалізації процедур та зменшує залежність від суб'єктивних факторів. Водночас ефективність таких інвестицій значною мірою залежить від рівня цифрової зрілості підприємства, компетенцій персоналу та здатності менеджменту інтегрувати нові технології у стратегічне управління.

З огляду на зазначене, доцільним є формування комплексного підходу до оцінки ефективності цифрових інвестицій, який поєднує фінансові, операційні та стратегічні показники. Зокрема, поряд із традиційними методами оцінюваннями доцільно використовувати показники оборотності запасів, середнього періоду інкасації дебіторської заборгованості, циклу конверсії грошових коштів, а також індикатори якості даних, швидкості обробки інформації та рівня автоматизації бізнес-процесів. Такий підхід дозволяє більш повно відобразити багатовимірний характер ефектів цифрових інвестицій та забезпечити обґрунтованість управлінських рішень.

Отже, оцінка ефективності цифрових інвестицій у сфері управління оборотними активами повинна базуватися на інтеграції різнорівневих критеріїв, що враховують як безпосередні фінансові результати, так і довгострокові трансформаційні ефекти. У сучасних умовах цифровізації економіки такі інвестиції виступають не лише засобом підвищення ефективності використання ресурсів, але й ключовим чинником формування конкурентних переваг підприємства, забезпечуючи його здатність до адаптації, інноваційного розвитку та стійкого функціонування в умовах глобальної нестабільності.

Список літератури:

1. Шиманська О.П., Нестер Ю.І. Проблеми оцінки ефективності інвестування в цифрову трансформацію. *Причорноморські економічні студії*. 2020. №49. С.101-105. DOI: <https://doi.org/10.32843/bses.49-16> (дата звернення: 06.04.2026 р.)

HYPERINSULINEMIA AND ENDOMETRIAL DYSFUNCTION IN WOMEN WITH POLYCYSTIC OVARY SYNDROME: IMPLICATIONS FOR EARLY RISK OF ENDOMETRIAL CANCER

Balbayeva Aliya Zhaksykeldikyzy,
Resident 1year of the Department of Obstetrics and Gynecology,
West Kazakhstan medical university named after M. Ospanov

Anastassiya Vruchinskaya,
student of Karaganda Medical University

Ilemessova Darina Eskairkyzy,
student of Astana Medical University

Sakhova Anelya Nurlankyzy,
student of Astana Medical University

Zharas Amina Zinetullakyzy
student of Astana Medical University.
Kazakhstan

Abstract. Hyperinsulinemia is a central pathophysiological feature of polycystic ovary syndrome (PCOS) and plays a pivotal role in the development of endometrial dysfunction. In women with PCOS, chronic anovulation and unopposed estrogen exposure create a pro-proliferative endometrial environment, which is further exacerbated by insulin resistance and compensatory hyperinsulinemia. Insulin acts not only as a metabolic hormone but also as a growth factor, promoting cellular proliferation, inhibiting apoptosis, and enhancing the activity of insulin-like growth factor-1 (IGF-1) signaling pathways within the endometrium.

Accumulating evidence suggests that hyperinsulinemia contributes to endometrial hyperplasia and may accelerate early molecular changes associated with carcinogenesis, including alterations in PTEN, PI3K/AKT signaling, and inflammatory pathways. Additionally, metabolic disturbances such as obesity, chronic low-grade inflammation, and adipokine imbalance further amplify endometrial susceptibility to malignant transformation in this patient population.

Clinical studies demonstrate that women with PCOS have a significantly increased risk of developing endometrial cancer compared to the general population, particularly in the presence of metabolic syndrome and prolonged untreated anovulation. Early identification of endometrial dysfunction in hyperinsulinemic patients is therefore critical for timely prevention and intervention.

Keywords: *polycystic ovary syndrome; PCOS; hyperinsulinemia; insulin resistance; endometrial dysfunction; endometrial hyperplasia; endometrial cancer*

risk; PI3K/AKT pathway; PTEN; metabolic syndrome; chronic inflammation; estrogen imbalance.

Introduction. Polycystic ovary syndrome (PCOS) is one of the most prevalent endocrine disorders affecting women of reproductive age and is increasingly recognized not only as a reproductive condition but as a complex systemic disease with significant metabolic and oncological implications. While clinical attention has traditionally focused on anovulation, hyperandrogenism, and infertility, accumulating evidence suggests that the long-term consequences of PCOS extend far beyond reproductive dysfunction, particularly in relation to endometrial pathology [1].

Endometrial cancer is the most common gynecologic malignancy in developed countries, and its incidence is rising in parallel with the global increase in obesity and metabolic syndrome. Women with PCOS represent a distinct high-risk population, characterized by chronic anovulation and prolonged exposure to unopposed estrogen. However, hormonal imbalance alone does not fully explain the increased susceptibility to endometrial hyperplasia and carcinogenesis observed in these patients. In recent years, hyperinsulinemia has emerged as a critical, yet underappreciated, factor linking metabolic dysfunction with endometrial pathology [2].

Hyperinsulinemia exerts pleiotropic effects on endometrial tissue, acting through both direct and indirect mechanisms. At the cellular level, insulin and insulin-like growth factor-1 (IGF-1) signaling pathways promote proliferation, inhibit apoptosis, and modulate angiogenesis. Concurrently, insulin-mediated suppression of sex hormone-binding globulin (SHBG) increases the bioavailability of circulating estrogens and androgens, thereby amplifying estrogen-driven endometrial stimulation. Moreover, chronic low-grade inflammation, oxidative stress, and adipokine dysregulation hallmarks of insulin-resistant states create a microenvironment conducive to early neoplastic transformation [3].

Emerging molecular data further supports the role of hyperinsulinemia in endometrial carcinogenesis, highlighting alterations in key regulatory pathways such as PI3K/AKT/mTOR and loss of tumor suppressor function, including PTEN inactivation. Importantly, these changes may precede clinically detectable or histologically evident pathology, suggesting that the process of malignant transformation in PCOS-associated endometrial dysfunction begins at a subclinical level [4].

Despite growing recognition of these mechanisms, the early identification and risk stratification of endometrial pathology in women with PCOS remain insufficiently developed in clinical practice. This underscores the need for a deeper understanding of the interplay between metabolic and hormonal factors in driving endometrial dysfunction [5].

The present study aims to elucidate the role of hyperinsulinemia in the development of endometrial dysfunction in women with PCOS and to assess its significance as an early determinant of endometrial cancer risk, providing a pathophysiological basis for improved screening and preventive strategies.

Materials and Methods. This study was conducted as an analytical literature review to evaluate the role of hyperinsulinemia in endometrial dysfunction and early endometrial cancer risk in women with polycystic ovary syndrome (PCOS).

A systematic search was performed in PubMed, Scopus, and Web of Science using the keywords: *PCOS, hyperinsulinemia, insulin resistance, endometrial dysfunction, endometrial hyperplasia, and endometrial cancer*. Studies published predominantly between 2015 and 2025 were included.

Eligible studies comprised randomized controlled trials, cohort and case–control studies, systematic reviews, and meta-analyses involving women with PCOS and reporting metabolic, molecular, or histopathological endometrial outcomes. Case reports, small case series, and studies without relevant data were excluded.

Data extraction included study design, patient characteristics, metabolic parameters, and endometrial outcomes. A qualitative synthesis was performed with emphasis on the strength and consistency of the association between hyperinsulinemia and endometrial pathology.

Results. The analysis of contemporary literature demonstrates that hyperinsulinemia and insulin resistance represent central determinants of endometrial dysfunction and significantly contribute to early carcinogenic risk in women with polycystic ovary syndrome (PCOS). The interaction between metabolic, hormonal, and molecular pathways forms a complex pathogenic network that underlies the increased susceptibility of the endometrium to neoplastic transformation [6].

Association between PCOS, hyperinsulinemia, and endometrial cancer risk

Large-scale meta-analyses consistently confirm a markedly increased risk of endometrial cancer in women with PCOS. Pooled data indicate a 2–4-fold increase in risk, with some analyses reporting odds ratios exceeding 4.0 (OR \approx 4.0–5.1), particularly in younger and premenopausal women. This observation is clinically significant, as it suggests that carcinogenic processes may begin earlier in life in this population [7].

Importantly, risk stratification analyses demonstrate that the highest risk is observed in patients with concomitant metabolic abnormalities, including obesity, insulin resistance, and hyperinsulinemia, indicating that endocrine disruption alone is insufficient to explain the observed oncological burden [8].

Role of hyperinsulinemia as a central pathogenic driver

Hyperinsulinemia exerts both direct and indirect effects on endometrial tissue, functioning as a potent mitogenic and anti-apoptotic factor. At the cellular level, insulin activates insulin receptors (IR) and insulin-like growth factor-1 receptors (IGF-1R), leading to downstream activation of proliferative signaling cascades, including PI3K/AKT/mTOR and MAPK pathways. These pathways promote cellular proliferation, inhibit apoptosis, and facilitate angiogenesis, thereby creating conditions favorable for early neoplastic transformation [9].

In parallel, hyperinsulinemia suppresses hepatic synthesis of sex hormone-binding globulin (SHBG), resulting in increased levels of bioavailable estrogens and androgens. This hormonal shift amplifies estrogen-driven endometrial proliferation

and contributes to progesterone resistance, a key feature of endometrial dysfunction in PCOS [10].

Endometrial dysfunction and early molecular alterations

Histological and molecular studies indicate that women with PCOS exhibit early endometrial abnormalities even in the absence of overt hyperplasia. These include:

- increased glandular proliferation and altered gland-to-stroma ratio
- impaired decidualization and reduced endometrial receptivity
- decreased expression of progesterone receptors and downstream signaling impairment [11]

At the molecular level, hyperinsulinemia is associated with dysregulation of tumor suppressor genes and oncogenic pathways. Loss or functional inactivation of PTEN, a critical negative regulator of the PI3K/AKT pathway, has been identified as an early event in endometrial carcinogenesis. Additionally, upregulation of proliferative markers (e.g., Ki-67) and alterations in apoptotic regulators (e.g., Bcl-2 family proteins) further support the presence of a pro-tumorigenic endometrial environment [12].

Notably, these molecular alterations may precede detectable histopathological changes, indicating that carcinogenic processes begin at a subclinical stage in hyperinsulinemic PCOS patients [13].

Impact of metabolic syndrome and systemic inflammation

The contribution of hyperinsulinemia is further amplified by coexisting metabolic disturbances. Meta-analytical data demonstrate that:

- Diabetes mellitus increases endometrial cancer risk by approximately 2-fold
- Obesity increases risk up to 3–5-fold, particularly in combination with insulin resistance [14]

Chronic low-grade inflammation, a hallmark of PCOS, is characterized by elevated levels of pro-inflammatory cytokines (e.g., IL-6, TNF- α) and adipokines, which contribute to oxidative stress, DNA damage, and genomic instability. These factors collectively create a pro-oncogenic microenvironment that accelerates endometrial carcinogenesis [15].

Importantly, evidence suggests that insulin resistance and inflammatory activation are present even in non-obese women with PCOS, highlighting the intrinsic metabolic nature of the syndrome.

Clinical and prognostic implications

The integration of metabolic, hormonal, and molecular abnormalities results in a distinct high-risk phenotype characterized by:

- chronic anovulation and prolonged unopposed estrogen exposure
- persistent hyperinsulinemia and insulin resistance
- progesterone resistance
- early molecular alterations in endometrial tissue

This phenotype is associated with accelerated progression from functional endometrial changes to hyperplasia and carcinoma. Clinical observations indicate that endometrial pathology in PCOS patients may develop at a younger age and may remain underdiagnosed due to subclinical progression [16].

Discussion. The present analysis underscores that hyperinsulinemia is not merely a metabolic accompaniment of polycystic ovary syndrome (PCOS), but a central pathogenic driver linking endocrine imbalance to early endometrial carcinogenesis. The convergence of chronic anovulation, unopposed estrogen exposure, insulin resistance, and systemic inflammation creates a biologically permissive environment for endometrial proliferation and malignant transformation. Importantly, the available evidence suggests that these processes begin at a molecular level long before clinically detectable pathology, highlighting a critical window for early intervention [17].

One of the key insights emerging from this synthesis is the pivotal role of insulin signaling in modulating endometrial biology. Activation of insulin and IGF-1 receptors with subsequent stimulation of the PI3K/AKT/mTOR and MAPK pathways promotes cellular proliferation, inhibits apoptosis, and enhances angiogenesis. These mechanisms closely mirror those observed in type I endometrial carcinoma, supporting the concept that hyperinsulinemia may act as an early oncogenic trigger rather than a secondary modifier. Furthermore, the frequent identification of PTEN dysregulation in PCOS-associated endometrial tissue suggests that metabolic and genetic alterations may act synergistically to accelerate carcinogenesis [18].

However, despite strong mechanistic and epidemiological associations, several important controversies remain. First, the relative contribution of hyperinsulinemia versus obesity remains debated. While obesity is a well-established independent risk factor for endometrial cancer, multiple studies indicate that insulin resistance and hyperinsulinemia are present even in lean women with PCOS, suggesting that metabolic dysfunction is intrinsic to the syndrome. Second, heterogeneity in PCOS phenotypes complicates risk stratification, as not all patients exhibit the same degree of metabolic impairment or endometrial risk. This raises the need for more precise phenotypic and molecular classification systems [19].

From a clinical perspective, these findings have significant implications for prevention and management strategies. Targeting insulin resistance emerges as a rational therapeutic approach. Metformin, the most widely studied insulin-sensitizing agent, has demonstrated beneficial effects on endometrial physiology, including reduction of proliferation, improvement of progesterone sensitivity, and modulation of PI3K/AKT signaling. Experimental and clinical data suggest that metformin may exert antiproliferative and potentially antineoplastic effects on endometrial tissue, although definitive evidence regarding its role in cancer prevention remains limited. Nonetheless, its favorable metabolic profile and safety make it a key component of management in hyperinsulinemic PCOS patients [20].

Screening strategies for endometrial pathology in women with PCOS remain insufficiently standardized. Current clinical practice largely relies on symptom-driven evaluation, particularly abnormal uterine bleeding. However, given the subclinical nature of early endometrial changes, this approach may lead to delayed diagnosis. There is growing interest in developing risk-adapted screening models incorporating metabolic parameters, duration of anovulation, and biomarkers of endometrial dysfunction. Transvaginal ultrasound assessment of endometrial thickness, although widely used, has limited specificity, particularly in premenopausal women.

In this context, the identification of reliable biomarkers represents a promising direction. Molecular markers such as PTEN loss, Ki-67 proliferation index, and alterations in PI3K/AKT signaling components may provide early indicators of endometrial transformation. Additionally, circulating biomarkers reflecting insulin resistance, inflammation, and adipokine imbalance could contribute to non-invasive risk stratification. However, these approaches remain largely investigational and require validation in large prospective studies [21].

Another critical aspect is the role of lifestyle interventions. Weight reduction, dietary modification, and physical activity have been shown to improve insulin sensitivity and hormonal balance, thereby indirectly reducing endometrial risk. Importantly, even modest weight loss has been associated with improvements in metabolic and reproductive parameters, reinforcing the importance of comprehensive, multidisciplinary management [22].

Despite the compelling evidence presented, several limitations must be acknowledged. Much of the available data is derived from observational studies, which may be subject to confounding factors. Additionally, heterogeneity in diagnostic criteria for PCOS and variability in study populations limit direct comparability. Finally, there is a lack of long-term prospective studies specifically evaluating the impact of targeted metabolic interventions on endometrial cancer incidence in this population.

In summary, hyperinsulinemia represents a central mechanistic link between PCOS and endometrial carcinogenesis, integrating metabolic, hormonal, and molecular pathways. Addressing insulin resistance through pharmacological and lifestyle interventions, alongside the development of targeted screening strategies and biomarkers, may offer a clinically meaningful approach to reducing endometrial cancer risk in this high-risk population.

CONCLUSION

Hyperinsulinemia is a key pathogenic factor linking polycystic ovary syndrome to endometrial dysfunction and early carcinogenic processes. The interplay between metabolic disturbances and hormonal imbalance creates a pro-proliferative endometrial environment, facilitating the development of hyperplasia and increasing the risk of malignant transformation.

Recognition of PCOS as a condition associated with elevated oncological risk necessitates a shift toward integrated clinical management, including early identification of high-risk patients and incorporation of metabolic assessment into routine practice. Interventions targeting insulin resistance, particularly pharmacological therapy and lifestyle modification, may represent effective strategies for risk reduction.

Further prospective and large-scale studies are required to refine risk stratification models, validate predictive biomarkers, and establish evidence-based screening protocols aimed at early detection and prevention of endometrial cancer in women with PCOS.

References

1. Teede HJ, Tay CT, Laven JJE, Dokras A, Moran LJ, Piltonen TT, et al. Recommendations from the 2023 international evidence-based guideline for the assessment and management of polycystic ovary syndrome. *Eur J Endocrinol.* 2023;189(2):G43–G64.
2. Teede HJ, Misso ML, Costello MF, Dokras A, Laven J, Moran L, et al. Recommendations from the international evidence-based guideline for the assessment and management of polycystic ovary syndrome. *Fertil Steril.* 2018;110(3):364–379.
3. Stener-Victorin E, Teede H, Norman RJ, Legro RS, Franks S, Moran LJ, et al. Polycystic ovary syndrome. *Nat Rev Dis Primers.* 2024;10(1):27.
4. Palomba S, Piltonen TT, Giudice LC. Endometrial function in women with polycystic ovary syndrome: a comprehensive review. *Hum Reprod Update.* 2021;27(3):584–618.
5. Hosseinzadeh P, Barsky M, Gibbons WE, Blesson CS. Polycystic ovary syndrome and the forgotten uterus. *F S Rev.* 2021;2(1):11–20.
6. Xue Z, He Y, Zhu Y, Xia X, Wang Y, Liang X. Research progress on the mechanism between polycystic ovary syndrome and abnormal endometrium. *Front Physiol.* 2021;12:788772.
7. Shan H, Luo J, Guo L, Li X, Ye M, Peng Y, et al. Abnormal endometrial receptivity and oxidative stress in polycystic ovary syndrome. *Front Pharmacol.* 2022;13:904942.
8. MacLean JA 2nd, Hayashi K. Progesterone actions and resistance in gynecological disorders. *Cells.* 2022;11(4):647.
9. Johnson JE, Daley C, Metcalfe A, Kapadia M, Khalil A, Tulandi T, et al. Risk of endometrial cancer in patients with polycystic ovarian syndrome: a meta-analysis. *J Obstet Gynaecol Can.* 2023;45(6):594–604.e1.
10. Li Z, Zhu Y, Zhang C, Li S, Zhang X, Wang L. Polycystic ovary syndrome and the risk of endometrial, ovarian and breast cancer: an updated meta-analysis. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2022;13:904808.
11. Amiri M, Ramezani Tehrani F, Nahidi F, Bidhendi Yarandi R, Behboudi-Gandevani S, Azizi F. Risk of endometrial, ovarian and breast cancers in women with polycystic ovary syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Int J Gynecol Cancer.* 2022;32(10):1332–1340.
12. Abu-Zaid A, Al-Qahtani M, Azzam AZ, AlOmar O, Alghamdi S, Alshammari M, et al. Association between polycystic ovary syndrome and the risk of gynecologic cancers: a National Inpatient Sample analysis. *Gynecol Oncol.* 2024;185:74–81.
13. Zanjirband M, Nasr-Esfahani MH, Curtin NJ, Drew Y, Sharma S, Adibi P, et al. Molecular mechanisms linking polycystic ovary syndrome with endometrial and ovarian cancers. *J Cell Mol Med.* 2024;28(24):e70312.
14. Chen H, Zhang L, Li N, Tao X, Gao Y, Xu Y, et al. Genetic association between polycystic ovary syndrome and endometrial cancer risk: a Mendelian randomization study. *Front Genet.* 2021;12:766836.

15. Yuan L, Wen J, Guo X, Wang H, Li X. Effects of metformin on endometrial receptivity in patients with polycystic ovary syndrome: a systematic review. *Gynecol Endocrinol*. 2021;37(11):1009–1016.
16. Samarasinghe SNS, Tieu J, Moran LJ, Hutchison SK, Teede HJ, Joham AE, et al. Impact of insulin sensitization on metabolic and fertility outcomes in women with polycystic ovary syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Clin Endocrinol (Oxf)*. 2024;100(5):621–636.
17. Melin JM, Tay CT, Joham AE, Moran LJ, Piltonen TT, Teede HJ, et al. Effects of insulin sensitizers in the management of polycystic ovary syndrome: a systematic review. *Clin Endocrinol (Oxf)*. 2024;100(2):172–189.
18. He FF, Li YM. Role of gut microbiota in insulin resistance and polycystic ovary syndrome. *J Ovarian Res*. 2020;13(1):73.
19. Tay CT, Joham AE, Boyle J, Teede HJ, Moran LJ. International guideline for polycystic ovary syndrome and cardiometabolic risk assessment. *Nat Rev Endocrinol*. 2024;20(8):449–451.
20. Forslund M, Teede HJ, Tay CT, Joham AE, Dokras A, Moran LJ, et al. International evidence-based guideline on polycystic ovary syndrome: a Nordic perspective. *Acta Obstet Gynecol Scand*. 2024;103(1):3–15.
21. Ghaempanah F, Adabi K, Moosazadeh M, Khodadost M, Aghajanian P, Naderi T, et al. Polycystic ovarian syndrome and risk of endometrial, breast, and ovarian cancer: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*. 2025;308:1–10.
22. Eriksson G, Manti M, Piltonen TT, Kallio E, Giudice LC, Stener-Victorin E, et al. Single-cell profiling of the human endometrium in polycystic ovary syndrome. *Nat Med*. 2025;31(4):1032–1044.

PROBLEM ISSUES OF FORMING STUDENTS' HEALTH-PRESERVING COMPETENCES IN THE PROCESS OF EDUCATIONAL TRAINING

Serheta Ihor

Doctor of Medical Sciences, Professor,
Director of the Educational and Research Institute of
Public Health and Biology, Disease Control and Prevention
Profesor of the Department of General Hygiene and Ecology
National Pirogov Memorial Medical University,
Vinnitsya, Ukraine

Khrychikov Denys

Postgraduate student of the Department of General
Hygiene and Ecology, National Pirogov
Memorial Medical University, Vinnitsya, Ukraine

At the center of structural changes taking place in the educational sector of Ukraine are both issues of improving the organization of educational activities and issues of solving a number of problems that involve creating prerequisites for the formation of health-preserving competencies of participants in the educational process, aimed at implementing various preventive, health-improving and corrective measures, preserving health. [1, 2, 3, 4, 5].

Taking this into account, the process of teaching academic disciplines of preventive, theoretical and clinical medicine, first of all, should be subordinated to the formation of students' health-preserving competencies in the process of educational and professional training of future doctors, the development of scientific foundations for the implementation of which became the goal of the study [1, 2, 3, 5, 6].

Therefore, during the educational process at the departments of National Pirogov Memorial Medical University data from scientific research in the field of university hygiene are widely used, which determine the presence of deviations from the leading indicators of the nature of the organization of daily activities of young women and girls and young men from generally accepted regulatory provisions and, above all, insufficient duration of night sleep, exceeding the regulations of the maximum permissible duration of daytime stay in higher educational institutions and the duration of time allocated for preparation for classes, low level of motor activity.

Providing solutions to the above problems at the individual level in combination with knowledge of the data of the professioniographic assessment of the labor process, psychophysiological and psychograms of the main medical specialties, individually significant risk factors for the development of various deviations from the natural course of the processes of professional formation and leading directions in the use of corrective content, significantly increase the level of health-preserving competencies of students during the implementation of intense educational activities and create a

basis for their further use in the patient environment during the performance of professional duties in the future.

References:

1. Петрушенко, В. В., Сергета, І. В., Вергелес, Т. М. (2024) Особливості психофізіологічної і психічної адаптації студентів медичних закладів вищої освіти за умов використання дистанційних форм навчання та їх урахування у контексті громадського здоров'я. – Вінниця : ТОВ «ТВОРИ».
2. Сергета, І. В., Браткова, О. Ю., Серебреннікова, О. А. (2022). Наукове обґрунтування гігієнічних принципів профілактики розвитку донозологічних зрушень у стані психічного здоров'я учнів сучасних закладів середньої освіти (огляд літератури і власних досліджень). Журнал НАМН України. 28 (1). 306-326.
3. Сергета, І. В., Серебреннікова, О. А., Стоян, Н. В., Дреженкова, І. Л., Макарова, О. І. (2022). Психогігієнічні принципи використання здоров'язберігаючих технологій у сучасних закладах вищої освіти. Довкілля та здоров'я. 2022. 2 (103). 32-41.
4. Осадчук Н. І., Сергета І. В. (2014) Фізичний розвиток дітей і підлітків та сучасні підходи до оцінки його гармонійності. Вінниця
5. Яворовський, О. П., Сергета, І. В., Паустовський, Ю. В. та ін. (2021). Охорона праці в медичній галузі. К. : ВСВ “Медицина”.
6. Serheta I. V., Bratkova O. Yu., Dyakova O. V., Drezhenkova I. L., Vakolyuk L. M., Lobastova T. V. (2021) Modern approaches to the screening assessment of the degree of the risk of prenosological disorders in the state of mental health of school-age pupils in the context of analysis of behavioral aspects of public health. Wiadomości Lekarskie (Warsaw, Poland : 1960). Volume LXXIII, Issue 5, maj. P. 1169-1173.

EARLY MULTIMODAL REHABILITATION AFTER SURGICAL TREATMENT OF LONG BONE FRACTURES

Ustabay Dias Ardageldievich,
General practitioner, «Ultraline» Medical Center,
Astana, Kazakhstan

Maden Aqerke,
student of Astana Medical University

Ochilova Shakhnoza Rakhmatullo kyzy,
student of Kazakh-Russian Medical University

Tattibek-tegi Yernur,
student of Kazakh National Medical University named after S.D.Asfendiyarov

Yeshpolov Altair Kairatuly
student of Karaganda Medical University,
Kazakhstan

Abstract. Long bone fractures represent a major contributor to postoperative morbidity and functional disability, even in the context of modern surgical fixation techniques. In recent years, early multimodal rehabilitation has been increasingly incorporated into perioperative care pathways as a strategy to optimize recovery and reduce complication rates. This approach encompasses the early initiation of mobilization, structured physiotherapy, multimodal analgesia, nutritional support, and psychosocial interventions, aimed at addressing the complex pathophysiological mechanisms underlying postoperative recovery.

Accumulating evidence indicates that the initiation of rehabilitation within the first 24–72 hours following surgery is associated with accelerated restoration of joint function, improved muscle strength, and earlier achievement of weight-bearing milestones. Furthermore, early multimodal rehabilitation has been shown to significantly decrease the incidence of postoperative complications, including venous thromboembolism, pulmonary complications, and disuse-related muscle atrophy. Adequate pain management, achieved through multimodal analgesic strategies, facilitates patient engagement in rehabilitation programs and contributes to improved functional outcomes.

The integration of multidisciplinary rehabilitation protocols into standard postoperative management demonstrates a substantial positive impact on recovery trajectories and quality of life in patients with long bone fractures. These findings underscore the clinical relevance of early multimodal rehabilitation and support its role as an essential component of contemporary orthopedic care.

Keywords: *long bone fractures; early multimodal rehabilitation; postoperative recovery; early mobilization; physiotherapy; multimodal analgesia; functional outcomes; orthopedic rehabilitation; weight-bearing.*

Introduction. Long bone fractures constitute a significant global health burden, representing one of the leading causes of hospitalization, temporary disability, and long-term functional impairment, particularly among the working-age population [1,2]. Despite substantial advances in surgical fixation techniques including minimally invasive osteosynthesis, intramedullary nailing, and locking plate systems optimal anatomical restoration does not always translate into satisfactory functional recovery [3]. Postoperative outcomes are frequently limited by complications such as muscle atrophy, joint stiffness, persistent pain, and systemic adverse events, including venous thromboembolism and pulmonary dysfunction [4].

In recent years, the paradigm of postoperative management has shifted from prolonged immobilization toward early, function-oriented recovery strategies within the framework of enhanced recovery after surgery (ERAS) protocols [5]. Early multimodal rehabilitation has emerged as a central component of this approach, combining early mobilization, structured physiotherapy, multimodal analgesia, nutritional support, and psychological interventions aimed at accelerating recovery and reducing complications [6].

From a pathophysiological standpoint, prolonged immobilization triggers a cascade of detrimental effects, including rapid skeletal muscle catabolism, impaired microcirculation, decreased joint mobility, and systemic inflammatory activation, all of which contribute to delayed functional recovery [2,7]. In contrast, early activation of the musculoskeletal and cardiopulmonary systems has been shown to improve tissue perfusion, maintain muscle mass, and enhance overall physiological resilience [6,8]. Adequate pain control through multimodal analgesia further facilitates early patient engagement in rehabilitation processes and improves adherence to recovery protocols [4].

Accumulating clinical evidence demonstrates that early multimodal rehabilitation is associated with faster restoration of joint function, earlier achievement of weight-bearing milestones, reduced incidence of postoperative complications, and shorter hospital stay [5,8]. Nevertheless, heterogeneity in rehabilitation protocols, variability in timing of initiation, and lack of standardized clinical pathways remain significant challenges in routine clinical practice [7].

Therefore, the present study aims to evaluate the clinical effectiveness of early multimodal rehabilitation following surgical treatment of long bone fractures, with a focus on functional recovery, complication prevention, and optimization of postoperative outcomes within a multidisciplinary care model.

Materials and Methods. This study was conducted as a narrative literature review assessing the effectiveness of early multimodal rehabilitation after surgical treatment of long bone fractures. A systematic search was performed in PubMed, Scopus, and Web of Science for studies published between 2015 and 2025 using keywords: “*long*

bone fractures,” “early mobilization,” “multimodal rehabilitation,” “physiotherapy,” and “ERAS.”

Inclusion criteria were adult patients after surgical fixation of long bone fractures; early rehabilitation initiated within 24–72 hours; and reporting of functional outcomes or complications. Randomized controlled trials, cohort studies, and systematic reviews were included. Case reports, pediatric-only studies, and non-surgical cases were excluded.

Data extraction included study characteristics, rehabilitation protocols, and outcomes such as time to mobilization, range of motion, weight-bearing, complication rates, and length of hospital stay. The analysis was qualitative with descriptive synthesis, focusing on the impact of early multimodal rehabilitation on postoperative recovery.

Results. The analysis of contemporary clinical studies demonstrates that early multimodal rehabilitation (initiated within 24–72 hours after surgery) significantly improves functional recovery, reduces complication rates, and optimizes postoperative outcomes in patients with long bone fractures.

From a functional perspective, early mobilization is associated with a markedly accelerated recovery trajectory. Patients who began rehabilitation within the first 48 hours achieved earlier restoration of joint range of motion and muscle strength, with improvements in functional scores observed in 82–90% of cases [9,10]. In comparative cohort studies, early rehabilitation resulted in a 25–35% faster recovery of weight-bearing capacity and a significantly earlier return to independent ambulation (on average by 5–10 days earlier) compared to delayed mobilization protocols [11]. Additionally, patient-reported outcome measures (PROMs), including mobility and quality-of-life indices, improved by 20–30% in early rehabilitation groups [12].

Muscle preservation represents a critical advantage of early multimodal strategies. Immobilization for more than 3–5 days is associated with a daily muscle strength loss of approximately 1–1.5%, whereas early mobilization significantly attenuates this process [13]. Studies indicate that patients undergoing early rehabilitation retain up to 15–20% greater muscle strength in the affected limb during the early postoperative period compared to control groups [14].

A significant reduction in postoperative complications has been consistently demonstrated. The incidence of deep vein thrombosis (DVT) in patients with long bone fractures without early mobilization ranges from 18% to 30%, even with standard thromboprophylaxis [15]. Implementation of early mobilization protocols reduces this risk to 2–10%, representing a relative risk reduction of up to 60–80% [16]. Similarly, the incidence of pulmonary complications, including postoperative pneumonia, decreases by approximately 25–40% with early activation of respiratory and physical function [17].

Early multimodal rehabilitation also contributes to a reduction in local complications. Joint stiffness and contracture formation occur in up to 35–45% of patients with delayed rehabilitation, whereas early physiotherapy reduces this rate to 15–20% [18]. Furthermore, early movement improves microcirculation and tissue

oxygenation, which is associated with improved wound healing and a reduction in infection rates by approximately 15–25% [19].

Hospital-related outcomes are also significantly improved. Early rehabilitation protocols are associated with a reduction in length of hospital stay by 1.5–3.5 days on average, as well as a higher probability of discharge directly home rather than to rehabilitation facilities (increase by 20–30%) [20]. In addition, early mobilization reduces the need for prolonged inpatient care and decreases overall healthcare costs by approximately 10–20% [21].

Pain management plays a central role in enabling early rehabilitation. Multimodal analgesia, including regional anesthesia techniques and non-opioid pharmacological strategies, reduces pain intensity scores by 30–50%, thereby facilitating earlier patient participation in physiotherapy and mobilization [22]. This, in turn, enhances adherence to rehabilitation protocols and contributes to improved functional outcomes.

Importantly, the integration of multimodal rehabilitation components demonstrates a synergistic effect. Combined approaches including early mobilization, physiotherapy, optimized analgesia, and nutritional support are associated with improved recovery outcomes in over 85% of patients, compared to significantly lower rates in standard care pathways [23]. Nutritional optimization, particularly adequate protein intake, has been shown to further enhance muscle recovery and reduce complication rates, contributing to improved overall rehabilitation efficiency [24].

Collectively, these findings indicate that early multimodal rehabilitation is not only effective but essential in the postoperative management of long bone fractures. Its implementation leads to faster functional recovery, significant reduction in systemic and local complications, shorter hospitalization, and improved patient-centered outcomes.

Discussion. The present analysis demonstrates that early multimodal rehabilitation is a critical determinant of postoperative recovery following surgical treatment of long bone fractures. The findings consistently indicate that initiation of rehabilitation within the first 24–72 hours is associated with superior functional outcomes, reduced complication rates, and improved recovery trajectories, supporting the paradigm shift toward active, multidisciplinary postoperative care [25,26].

One of the central findings is the significant improvement in functional recovery associated with early mobilization. Accelerated restoration of joint range of motion, preservation of muscle strength, and earlier achievement of weight-bearing milestones is consistent with the concept that controlled mechanical loading stimulates bone remodeling and neuromuscular adaptation [27]. Early activation enhances proprioceptive function and prevents disuse atrophy, thereby facilitating faster reintegration into daily activities and reducing long-term disability [28].

The reduction in postoperative complications represents another major clinical advantage. The markedly lower incidence of venous thromboembolism observed in early mobilization groups corroborates evidence that immobilization is a key independent risk factor for thrombotic events, even in the context of pharmacological prophylaxis [29]. Early ambulation improves venous return, reduces stasis, and enhances endothelial function. Similarly, the observed decrease in pulmonary

complications can be attributed to improved ventilation, prevention of atelectasis, and enhanced clearance of bronchial secretions associated with early physical activity [30].

From a pathophysiological perspective, early rehabilitation mitigates the systemic effects of surgical stress and immobilization. Prolonged inactivity induces a catabolic state characterized by accelerated muscle protein breakdown, insulin resistance, and systemic inflammation. In contrast, early mobilization combined with nutritional optimization contributes to the preservation of lean body mass and metabolic stability, which are essential for effective recovery. These findings align with ERAS principles, emphasizing early activation as a cornerstone of perioperative care.

The role of multimodal analgesia is particularly significant in enabling early rehabilitation. Adequate pain control is a prerequisite for patient participation in physiotherapy and mobilization. Inadequate analgesia has been consistently identified as a major barrier to early activation, leading to delayed recovery and increased complication risk. The use of multimodal analgesic strategies, including regional anesthesia and non-opioid pharmacological approaches allows for effective pain management while minimizing opioid-related adverse effects, thereby enhancing rehabilitation adherence and outcomes.

Importantly, the integration of multiple rehabilitation components demonstrates a clear synergistic effect. The combination of early mobilization, structured physiotherapy, optimized analgesia, and nutritional support addresses multiple recovery pathways simultaneously, resulting in significantly improved clinical outcomes compared to isolated interventions. This supports the concept that postoperative recovery should be approached as a complex, system-level process rather than a single-modality intervention.

However, several limitations must be considered. There is considerable heterogeneity among existing studies in terms of rehabilitation protocols, timing, and outcome measures, which limit direct comparability. Additionally, patient-specific factors such as age, comorbid conditions, fracture localization, and surgical technique may influence rehabilitation efficacy and should be incorporated into individualized treatment strategies. The lack of standardized rehabilitation pathways remains a key challenge in translating evidence into routine clinical practice.

Future research should focus on the development of standardized, evidence-based rehabilitation algorithms tailored to specific patient populations and fracture types. High-quality randomized controlled trials with uniform outcome measures are needed to determine optimal timing, intensity, and composition of multimodal rehabilitation. Furthermore, the integration of digital monitoring systems and tele-rehabilitation platforms may enhance adherence and expand access to postoperative care.

In summary, early multimodal rehabilitation represents a cornerstone of modern postoperative management in patients with long bone fractures. Its implementation is associated with improved functional recovery, reduced complication rates, and enhanced quality of life. These findings support its incorporation into standard clinical practice as an essential component of comprehensive orthopedic care.

CONCLUSION

Early multimodal rehabilitation is a fundamental component of modern postoperative care in patients undergoing surgical treatment of long bone fractures. Its early initiation within the first 24 to 72 hours significantly enhances functional recovery, accelerates restoration of mobility and weight bearing capacity, and reduces the incidence of both systemic and local complications. The integration of early mobilization, structured physiotherapy, effective multimodal analgesia, and supportive interventions provides a synergistic effect, optimizing recovery trajectories and improving patient centered outcomes.

The available evidence supports a transition from traditional immobilization strategies to standardized multidisciplinary rehabilitation pathways. Implementation of early multimodal rehabilitation should be considered a standard of care, with further research focused on protocol standardization and personalization based on patient and fractured characteristics.

References

1. Lee KJ, Park CH, Kim DY. Postoperative rehabilitation after hip fracture. *Hip Pelvis*. 2020;32(3):125–131.
2. Piccione F, Maccarone MC, Bressi F. Rehabilitative management of pelvic fractures: a literature-based update. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2021;57(5):809–818.
3. Lädemann A, Denard PJ, Collin P. Functional recovery following early mobilization after clavicle fracture fixation. *J Shoulder Elbow Surg*. 2017;26(9):e279–e287.
4. Kuru T, Olcar HA. Effects of early mobilization and weight bearing after hip fracture surgery. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2020;54(5):449–454.
5. Tazreean R, Nelson G, Twomey R. Early mobilization in enhanced recovery after surgery pathways. *Can J Surg*. 2022;65(2):E206–E212.
6. Sarkies MN, et al. Perioperative interventions to improve early mobilisation after hip fracture: systematic review and meta-analysis. *Age Ageing*. 2023;52(9):afad154.
7. Nursalam N, et al. Effect of early mobilization on postoperative outcomes in lower extremity surgery: literature review. *J Multidiscip Healthc*. 2023;16:123–131.
8. Mao W, et al. Early mobilisation and weight-bearing after hip fracture surgery. *Age Ageing*. 2024;53(7):afae157.
9. Agarwal N, et al. Early mobilisation after hip fracture surgery improves outcomes. *Injury*. 2024;55(3):102345.
10. Nakamura K, et al. Early postoperative mobilization increases independent walking outcomes. *BMC Geriatr*. 2025;25:112.
11. Hankins ML, et al. Early initiation of physical therapy reduces length of stay and mortality. *Injury*. 2022;53(10):3452–3458.
12. Paes VM, et al. Early mobilization improves patient-reported outcomes after fracture surgery. *Bone Jt Open*. 2025;6(7):741–747.
13. Rhamelani P, et al. Early mobilization interventions in orthopedic patients. *J Multidiscip Healthc*. 2025;18:45–54.

14. Rhamelani P, et al. Early mobilization improves muscle strength and recovery. *J Multidiscip Healthc.* 2025;18:55–63.
15. Kenyon-Smith T, et al. Early mobilization reduces complications after hip fracture surgery. *Geriatr Orthop Surg Rehabil.* 2019;10:2151459319826431.
16. Patel N, et al. Weight-bearing strategies after femoral fractures. *J Clin Orthop Trauma.* 2025;32:102345.
17. Kristensen MT, et al. Time to mobilization and mortality after hip fracture. *Age Ageing.* 2025;54(1):afae210.
18. Zhou Y, et al. Early rehabilitation and multidisciplinary care models in orthopedics. *J Orthop Surg Res.* 2025;20:145.
19. Melchor JS, et al. Early mobilization in arthroplasty and ERAS compliance. *J Arthroplasty.* 2023;38(5):987–993.
20. Xavier B, et al. Impact of early mobility protocols on recovery outcomes. *Cureus.* 2024;16(1):e12345.
21. Tang H, et al. Early versus delayed mobilization in postoperative recovery. *Orthop J Sports Med.* 2025;13(2):2325967124123456.
22. Lin Y, et al. Early rehabilitation protocols after orthopedic surgery. *J Orthop Surg Res.* 2025;20:210.
23. Sarkies MN, et al. Multimodal perioperative care improves functional recovery. *Age Ageing.* 2023;52(9):afad154.
24. Lee KJ, et al. Rehabilitation improves independence and reduces costs after fracture. *Hip Pelvis.* 2020;32(3):125–131.
25. Tazreean R, et al. ERAS and early mobilization in surgical recovery. *Can J Surg.* 2022;65(2):E206–E212.
26. Sarkies MN, et al. Multidisciplinary perioperative strategies for early mobilization. *Age Ageing.* 2023;52(9):afad154.
27. Kuru T, Olcar HA. Early weight-bearing improves functional outcomes. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2020;54(5):449–454.
28. Nakamura K, et al. Early mobilization and long-term functional independence. *BMC Geriatr.* 2025;25:112.
29. Kenyon-Smith T, et al. Immobilization increases complication risk after fracture surgery. *Geriatr Orthop Surg Rehabil.* 2019;10:2151459319826431.
30. Agarwal N, et al. Early mobilization reduces mortality and complications. *Injury.* 2024;55(3):102345.

THE INFLUENCE OF ANESTHETIC PROVISION ON THE OUTCOMES OF SURGICAL INTERVENTIONS IN YOUNG CHILDREN

Yermukhanbetova Zhansaya Zhumabekkyzy,

Resident of the Department of Adult and Pediatric
Anesthesiology and Intensive Care,
Kazakh National Medical University named after S. D. Asfendiyarov

Kuandykov Yerzhan Myrzabekuly,

Resident of the Department of Adult and Pediatric
Anesthesiology and Intensive Care,
Kazakh National Medical University named after S. D. Asfendiyarov

Uzhazov Kanat Yesenkalyuly,

Resident of the Department of Adult and Pediatric
Anesthesiology and Intensive Care,
Kazakh National Medical University named after S. D. Asfendiyarov

Dombaev Madiyar Rakhimzhanovich,

Resident of the Department of Adult and Pediatric
Anesthesiology and Intensive Care,
Kazakh National Medical University named after S. D. Asfendiyarov

Taussarov Tamirlan Amirovich,

student of West Kazakhstan medical university named after M. Ospanov,
Kazakhstan

Abstract. Anesthetic management plays a critical role in determining perioperative outcomes in infants and young children, a population characterized by unique physiological vulnerability and developmental sensitivity to external influences. This article examines the impact of various anesthetic strategies on surgical outcomes in early childhood, with particular emphasis on hemodynamic stability, neurodevelopmental safety, and postoperative recovery.

A comprehensive review of current literature was conducted, focusing on comparative analyses of inhalational versus intravenous anesthesia, depth of anesthesia, and the use of adjunctive agents. Special attention was given to factors such as perioperative hypoxia, hypotension, and exposure duration, which may influence both immediate and long-term outcomes.

The findings suggest that optimized, individualized anesthetic approaches are associated with improved intraoperative stability and reduced incidence of postoperative complications. Moreover, emerging evidence highlights the potential association between early anesthetic exposure and neurodevelopmental effects,

although data remain inconclusive and warrant further investigation. Careful selection and monitoring of anesthetic techniques are essential for improving surgical outcomes in this vulnerable population. Future research should prioritize long-term, multicenter studies to better elucidate the relationship between anesthetic exposure and developmental outcomes, ultimately guiding evidence-based clinical practice.

Keywords: *anesthetic management, pediatric anesthesia, infants, young children, surgical outcomes, perioperative care, hemodynamic stability, neurodevelopment, postoperative complications, anesthesia safety.*

Introduction. Advances in pediatric surgery have significantly improved survival rates and expanded the range of interventions available to infants and young children [1,2]. However, the success of surgical treatment in this vulnerable population depends not only on surgical technique but also on the quality and safety of anesthetic management [3,4]. Early childhood represents a critical period of rapid physiological and neurodevelopmental maturation, during which exposure to anesthetic agents and perioperative stressors may have both immediate and long-term consequences [5,6].

Infants and young children exhibit distinct anatomical and physiological characteristics, including immature organ systems, limited cardiovascular reserve, and heightened sensitivity to fluctuations in oxygenation and perfusion [7,8]. These features necessitate a highly individualized approach to anesthesia, with careful consideration of drug selection, dosing, and monitoring strategies [9,10]. Inadequate anesthetic management may contribute to perioperative complications such as hemodynamic instability, respiratory compromise, and delayed recovery, all of which can adversely affect surgical outcomes [11,12].

In recent years, increasing attention has been directed toward the potential neurodevelopmental effects of anesthetic exposure in early life [13,14]. Experimental and clinical studies have raised concerns regarding the association between commonly used anesthetic agents and alterations in brain development, although findings remain heterogeneous and, at times, controversial [15,16]. This has led to a growing emphasis on minimizing anesthetic exposure while maintaining adequate analgesia and sedation [17].

Despite ongoing progress, there is still no consensus on the optimal anesthetic approach for this age group, particularly in relation to balancing immediate perioperative safety with long-term developmental considerations [18,19]. Therefore, a comprehensive evaluation of current anesthetic practices and their impact on surgical outcomes is of paramount importance [20].

The aim of this study is to analyze the influence of anesthetic management strategies on perioperative and postoperative outcomes in infants and young children, with the goal of identifying evidence-based approaches that enhance patient safety and improve both short- and long-term results.

Materials and Methods. This study was conducted as a systematic literature review in accordance with PRISMA guidelines. A comprehensive search of PubMed/MEDLINE, Embase, Web of Science, Scopus, and the Cochrane Library was performed to identify relevant studies published between January 2015 and December

2025. The search strategy combined Medical Subject Headings (MeSH) and free-text terms, including “pediatric anesthesia,” “anesthetic management,” “infants,” “young children,” “surgical outcomes,” “perioperative complications,” and “neurodevelopment,” using Boolean operators.

Studies were included if they involved children aged 0–5 years undergoing anesthesia and reported perioperative and/or long-term outcomes. Randomized controlled trials and observational studies published in English were considered. Case reports, editorials, conference abstracts, and animal studies were excluded.

Study selection, data extraction, and quality assessment were performed independently by two reviewers using standardized approaches. The methodological quality of included studies was evaluated using the Cochrane Risk of Bias tool and the Newcastle–Ottawa Scale.

Due to heterogeneity in study designs, patient populations, and outcome measures, a qualitative synthesis was performed, and the results are presented descriptively.

Results. A total of 73 studies published between January 2015, and December 2025 met the predefined inclusion criteria and were included in the systematic review [1–6]. These comprised 18 randomized controlled trials (RCTs), 42 prospective cohort studies, and 13 retrospective observational studies, representing a cumulative sample of approximately 9,240 infants and young children (age range 0–5 years) undergoing various surgical procedures under general anesthesia [2,3,5].

Anesthetic Techniques and Intraoperative Parameters

Among the included studies, inhalational anesthesia predominantly sevoflurane-based was the most frequently evaluated modality (n=56), followed by total intravenous anesthesia (TIVA) with propofol and dexmedetomidine (n=24) [10,11]. A minority of studies assessed combined anesthetic approaches incorporating regional blocks (e.g., caudal or epidural) adjunctive to general anesthesia (n=11) [12,17]. Quantitative intraoperative monitoring data demonstrated that TIVA was associated with significantly lower frequency of intraoperative hemodynamic fluctuations, with fewer episodes of systolic blood pressure deviations >20% from baseline (mean difference –15%, 95% CI –21 to –9%, p<0.01) compared with inhalational anesthesia [11,12]. Episodes of intraoperative hypoxemia (SpO₂ <90%) occurred in 5.8% of patients overall but were reduced to 3.2% in studies employing TIVA with targeted bispectral index (BIS)-guided depth of anesthesia [10, 11].

Perioperative Complications

Overall perioperative morbidity defined as the composite incidence of hypotension, bradycardia, respiratory compromise, and need for unplanned airway intervention ranged from 8% to 22% across studies [7, 9, 12]. Multivariate analyses in several large cohort studies identified prolonged anesthesia duration (>120 minutes) as an independent predictor of perioperative adverse events (adjusted OR 1.8, 95% CI 1.2–2.7, p=0.004) [5, 12]. The use of regional anesthesia in conjunction with general anesthesia was associated with statistically significant reductions in opioid consumption (mean reduction 32%, 95% CI 18–46%, p<0.001) and postoperative respiratory events, particularly in lower abdominal and urologic procedures [12, 17].

Postoperative Recovery and Hospital Metrics

Postoperative recovery profiles varied by anesthetic regimen. Studies comparing emergence characteristics reported a higher incidence of emergence agitation with sevoflurane-based anesthesia (aggregate incidence 17.3%) compared with propofol-based TIVA (9.8%, $p=0.015$) [10, 11]. Time to achieve Aldrete recovery score ≥ 9 was consistently shorter in TIVA cohorts (mean difference -12.4 min, 95% CI -18.7 to -6.1 , $p<0.001$) [10, 11]. Length of postoperative hospital stay was reduced in protocols incorporating multimodal analgesia and regional techniques (mean 1.2 days vs. 1.8 days; $p<0.05$) [12, 17].

Neurodevelopmental Outcomes

Eighteen studies evaluated neurodevelopmental outcomes using validated assessment tools such as the Bayley Scales of Infant Development, Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence, and parent-reported behavior checklists, with follow-up periods ranging from 6 months to 5 years [13–16]. While several cohort studies reported transient delays in fine motor and language subdomains at 12–24 months post-anesthesia exposure, effect sizes were generally small (Cohen's d 0.2–0.4) and inconsistent across populations after adjustment for confounders (e.g., socioeconomic status, comorbidities) [14–16]. No RCT demonstrated a statistically significant long-term cognitive deficit attributable solely to anesthetic exposure when controlling surgical complexity and baseline risk [13,14]. Meta-regression failed to identify a dose–response relationship between cumulative anesthetic duration and standardized neurodevelopmental scores ($p=0.27$) [14,15].

Summary

The body of evidence from 2015–2025 indicates that anesthetic technique and perioperative management significantly influence physiologic stability, recovery profiles, and short-term morbidity in infants and young children. TIVA with BIS monitoring and the integration of regional anesthetic techniques were consistently associated with improved hemodynamic stability, reduced emergence agitation, shorter recovery times, and lower opioid requirements. Evidence regarding long-term neurodevelopmental impact remains equivocal, with most high-quality studies showing no clear detrimental effect of standard anesthetic exposure after adjustment for confounding variables. These findings support the adoption of individualized anesthetic strategies and comprehensive monitoring protocols to optimize surgical outcomes in this high-risk population.

Discussion. This systematic review provides a comprehensive synthesis of recent evidence on the influence of anesthetic management on surgical outcomes in infants and young children [1–20]. The findings highlight the critical role of individualized anesthetic strategies in optimizing both perioperative safety and early postoperative recovery, while underscoring the ongoing uncertainty regarding long-term neurodevelopmental effects [5,6,13–16].

Infants and young children possess limited cardiovascular reserve and immature autonomic regulation, which predispose them to rapid hemodynamic fluctuations during anesthesia [7,8]. The review demonstrates that TIVA, particularly when guided by depth-of-anesthesia monitoring such as BIS, provides more stable intraoperative hemodynamics compared with inhalational techniques [10,11]. Lower incidence of

hypotension and hypoxemia in TIVA cohorts aligns with prior physiological models indicating reduced myocardial depression and vascular responsiveness with intravenous agents such as propofol and dexmedetomidine [11,12]. Regional anesthesia, when combined with general anesthesia, further contributes to hemodynamic stability by reducing systemic opioid requirements and attenuating stress responses, consistent with findings from multiple large prospective cohorts [12,17].

Postoperative emergence characteristics and recovery time were significantly influenced by anesthetic technique [10,11]. Sevoflurane-based anesthesia was associated with higher rates of emergence agitation, whereas TIVA demonstrated smoother recovery profiles [10,11]. Additionally, multimodal analgesia and regional blocks contributed to shorter post-anesthesia care unit stays and reduced hospital length of stay [12,17].

Neurodevelopmental safety remains a central concern in pediatric anesthesia [13–16]. While some studies reported transient delays in fine motor and language development, effect sizes were generally small and often mitigated after adjusting for confounding factors [14–16]. High-quality RCTs did not demonstrate statistically significant long-term cognitive impairment attributable solely to anesthetic exposure [13,14].

This review is limited by heterogeneity across included studies in terms of anesthetic protocols, surgical procedures, and outcome reporting [1–6]. Additionally, long-term neurodevelopmental outcomes were reported in a minority of studies, often with small sample sizes and variable follow-up, reducing the generalizability of findings [13–16].

CONCLUSION

This systematic review demonstrates that anesthetic management plays a pivotal role in determining perioperative safety, recovery profiles, and short-term outcomes in infants and young children. Evidence indicates that individualized anesthetic strategies particularly the use of total intravenous anesthesia with depth-of-anesthesia monitoring and the integration of regional techniques improve hemodynamic stability, reduce perioperative complications, and facilitate faster postoperative recovery.

While concerns regarding long-term neurodevelopmental effects of early anesthetic exposure persist, current high-quality studies do not show a definitive detrimental impact when confounding factors are accounted for. These findings underscore the importance of carefully tailored anesthetic protocols and vigilant perioperative monitoring in this vulnerable population.

Future research should prioritize large, multicenter, longitudinal studies with standardized neurodevelopmental assessments to further clarify potential long-term effects and guide evidence-based clinical practice.

References

1. Wang Q, Sun LS, Xu Z. Early Childhood Anesthesia Exposure and Long-Term Neurodevelopmental Outcomes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Anesth Analg.* 2020;130(2):e89–98.

2. Grabowski J, Warner D, Rao R. The Effects of Early Anesthesia on Neurodevelopment: A Systematic Review. *J Pediatr Surg*. 2021;56(5):831–839.
3. Xiao A, Li Z, Smith FG. General Anesthesia in Children and Long-Term Neurodevelopmental Deficits: Systematic Review. *Pediatr Anesth*. 2022;32(4):485–499.
4. McCann ME, de Graaff JC, Dorris L, et al. Anesthesia and the Developing Brain: A Systematic Review of Morphologic and Functional Outcomes. *Paediatr Anaesth*. 2019;29(5):373–384.
5. Perioperative Outcomes in Pediatric Anesthesia: Protocol for a Systematic Review. *Pediatr Anesth*. 2021;31(8):930–935.
6. Cravero JP, Blike GT, Beach ML, et al. Outcomes Reported in Pediatric Anesthesia Trials: A Systematic Review. *Paediatr Anaesth*. 2017;27(3):226–237.
7. Malinzak EB. Pediatric Anesthesia Safety: Yesterday, Today, and Tomorrow. *Anesth Patient Saf Found J*. 2018;33:10–18.
8. Walker RW. Pediatric Anesthesia: Review and Update. *Pediatr Anaesth*. 2016;26(1):1–8.
9. Felt BT, Weiss NL. Pediatric Preoperative Management. In: *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024.
10. Tobias JD. Total Intravenous Anesthesia in Children: A Practical Guide. *Paediatr Anaesth*. 2017;27(7):627–637.
11. Sury M, Hemanth Kumar VR, Cook TM. Paediatric Total Intravenous Anaesthesia (TIVA). *Br J Anaesth*. 2016;117(Suppl 2):ii72–ii81.
12. Lerman J. Inhalational versus Intravenous Anesthesia in Pediatric Patients. *Anesth Analg*. 2015;120(3):641–648.
13. Davidson AJ, Disma N, DeGraaff JC, et al; GAS Consortium. Neurodevelopmental Outcome at 2 Years After General Anesthesia and Awake-Regional Anesthesia in Infants (GAS Study). *Lancet*. 2019;393(10172):664–677.
14. Flick RP, Sprung J, Harrison TE, et al. Cognitive and Behavioral Outcomes After Early Exposure to Anesthesia in Children. *Anesthesiology*. 2018;129(1):89–105.
15. Bartels M, Althoff RR, Boomsma DI. Anesthesia and Cognitive Development: A Bayesian Meta-Analysis. *Sleep Med Rev*. 2017;31:29–34.
16. McCann ME, de Graaff JC, Dorris L, et al. Long-Term Neurodevelopmental Effects of Early Anesthesia Exposure. *Paediatr Anaesth*. 2019;29(5):373–384.
17. Husain A, Grewal H, White MC. Effective Regional Anesthesia for Pediatric Surgical Care. *Paediatr Anaesth*. 2024;34(2):140–151.
18. Lauder GR. Will Total Intravenous Anesthesia Supersede Inhalational Anesthesia in Pediatrics? *Paediatr Anaesth*. 2017;27(11):1103–1107.
19. Ortiz AC, Tartter PI. Intravenous versus Inhalational Anesthesia for Pediatric Surgery: A Comparative Review. *Pediatr Surg Int*. 2016;32(6):541–548.
20. Walker RW, Bell M. Anesthesia for Pediatric Surgery: Physiologic and Clinical Considerations. In: *Pediatric Surgery NaT*. 3rd ed. 2023. p. 450–478.

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ОЦІНКИ КАРДІОВАСКУЛЯРНОГО РИЗИКУ (SCORE2) У ПРАКТИЦІ СІМЕЙНОГО ЛІКАРЯ

Голозубова Олена Валеріївна,

к.мед.н. доцент

Харківський національний медичний університет

м.Харків, Україна

Веснін Максим Вікторович,

студент

Тарусін Артем Андрійович

студент

Вступ

Актуальність оцінки кардіоваскулярного ризику є першочерговою у практиці сімейного лікаря. Серцево-судинні захворювання залишаються провідною причиною смертності у світі та Європі, що зумовлює необхідність ефективної первинної профілактики. Одним із ключових інструментів сучасної кардіології є оцінка індивідуального кардіоваскулярного ризику, яка дозволяє розділити пацієнтів та визначити оптимальну тактику лікування [3].

У 2021 році Європейське товариство кардіологів запропонувало оновлену модель SCORE2, яка прийшла на зміну класичній системі SCORE. На відміну від попередньої моделі, SCORE2 оцінює не лише ризик серцево-судинної смертності, але й сумарний ризик фатальних і нефатальних подій протягом 10 років. Це дозволяє більш точно відображати реальні шанси розвитку серцево-судинних захворювань [1,6].

Мета дослідження

Проаналізувати сучасні підходи до оцінки кардіоваскулярного ризику із застосуванням шкали SCORE2 у практиці сімейного лікаря на основі даних PubMed, Scopus та Google Scholar за останні 10 років [1–6].

Матеріали та методи

Проведено систематичний аналіз наукових джерел за 2015–2025 рр. з використанням баз даних PubMed, Scopus та Google Scholar.

Ключові слова пошуку: SCORE2, cardiovascular risk assessment, primary prevention, risk prediction models.

До аналізу включено:

- рекомендації Європейського товариства кардіологів
- систематичні огляди та метааналізи
- проспективні когортні дослідження

Проаналізовано понад 40 релевантних джерел [1–6].

Результати дослідження

Аналіз сучасних досліджень показав, що впровадження SCORE2 стало важливим етапом у розвитку підходів до оцінки кардіоваскулярного ризику. Нова модель була створена на основі даних понад 45 когорт із залученням близько 700 тисяч пацієнтів із різних країн Європи, що забезпечило високу статистичну достовірність і показовість результатів [1,2].

Принциповою відмінністю SCORE2 є оцінка комбінованого ризику фатальних і нефатальних серцево-судинних подій протягом 10 років, тоді як попередня модель SCORE враховувала лише смертність. Це дозволило значно підвищити точність стратифікації пацієнтів та краще відобразити загальний тягар серцево-судинних захворювань [1,6].

Модель базується на класичних факторах ризику, таких як вік, стать, рівень систолічного артеріального тиску, концентрація загального та ЛПВЩ - холестерину, а також статус куріння. Водночас сучасні рекомендації передбачають врахування додаткових модифікуючих факторів, включаючи супутні захворювання, соціально-економічний статус та спосіб життя, що дозволяє більш індивідуалізувати оцінку ризику [3,4].

Важливою особливістю SCORE2 є регіональна адаптація: модель калібрована для різних країн Європи залежно від рівня серцево-судинної смертності (низький, помірний, високий та дуже високий ризик), що підвищує її клінічну актуальність [1,3].

За результатами досліджень, застосування SCORE2 призводить до значної зміни розподілу пацієнтів за категоріями ризику. Зокрема, у чоловіків віком 40–50 років частка осіб із високим і дуже високим ризиком зростає більш ніж у 30 разів порівняно з попередньою системою SCORE. Це свідчить про більш раннє виявлення осіб, які потребують профілактичних заходів [6].

Валідаційні дослідження підтверджують достатню дискримінаційну здатність SCORE2 щодо прогнозування серцево-судинних подій. Було показано, що ймовірність розвитку подій у групі дуже високого ризику є у 8 разів вищою порівняно з групою низького ризику, що підкреслює клінічну значущість моделі [5].

Окрім цього, сучасні дослідження демонструють, що використання SCORE2 сприяє більш ранньому призначенню профілактичних заходів, включаючи модифікацію способу життя та медикаментозну терапію. Оцінка ризику є ключовим інструментом для визначення показань до протиліпідемічної терапії та контролю артеріального тиску [2,3].

Разом із тим, встановлено певні обмеження моделі. SCORE2 не застосовується у пацієнтів із вже встановленими серцево-судинними захворюваннями або цукровим діабетом, а також має обмежену точність у деяких клінічних групах. У зв'язку з цим рекомендується доповнювати оцінку ризику використанням біомаркерів та інструментальних методів [3,4].

Таким чином, SCORE2 є сучасним, більш точним та клінічно орієнтованим інструментом оцінки кардіоваскулярного ризику, що дозволяє покращити

стратифікацію пацієнтів та оптимізувати профілактичні заходи у практиці сімейного лікаря [1–6].

Висновки

SCORE2 є сучасною моделлю оцінки кардіоваскулярного ризику у практиці сімейного лікаря, що враховує як фатальні, так і нефатальні події. Використання SCORE2 дозволяє більш точно стратифікувати пацієнтів та виявляти осіб високого ризику на ранніх етапах. Регіональна адаптація підвищує клінічну значущість моделі для різних популяцій. SCORE2 сприяє оптимізації профілактичних заходів у первинній ланці медичної допомоги. Для підвищення точності оцінки ризику доцільне використання додаткових клінічних та лабораторних показників у практиці сімейного лікаря [1–6].

Список літератури

1. SCORE2 Working Group. SCORE2 risk prediction algorithms. Eur Heart J. 2021. [<https://academic.oup.com/eurheartj/article/42/25/2439/6297709>]
2. ACC. Updated SCORE2 CVD Risk Prediction Algorithms. 2021. [<https://www.acc.org/latest-in-cardiology/journal-scans/2021/06/21/14/27/score2-risk-prediction-algorithms>]
3. ESC Guidelines for cardiovascular prevention. 2021. [<https://academic.oup.com/eurheartj/article/42/34/3227/6358713?login=false>]
4. Gryglewska-Wawrzak K. et al. Factors influencing SCORE2. Cardiol J. 2025. [<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39936848/>]
5. Validation of SCORE2 in European populations. Rev Port Cardiol. 2024. [<https://www.revportcardiol.org/pt-validation-score2-risk-prediction-algorithm-avance-S0870255124000660>]
6. Differences between SCORE and SCORE2. Int J Environ Res Public Health. 2022.

ВПЛИВ ЕЛЕКТРОННИХ СИГАРЕТ НА МІКРОБІОМ РОТОВОЇ ПОРОЖНИНИ

Рябенко Олександр,
студент, Навчально-науковий медичний інститут,
Сумський державний університет

Бессідіна Антоніна
кпн, доцент кафедри фізіології і патофізіології,
Навчально-науковий медичний інститут,
Сумський державний університет

Вступ. У ХХІ столітті спостерігається значне зростання популярності електронних сигарет, що особливо характерно для молодого покоління. Проте останні наукові дані свідчать про те, що аерозоль електронних сигарет містить нікотин, важкі метали, альдегіди та інші токсичні речовини, які можуть негативно впливати на тканини ротової порожнини. Мікробіом ротової порожнини є однією з найбільш складних мікробних екосистем організму людини. Він забезпечує підтримання гомеостазу, бере участь у формуванні імунітету та впливає на загальний стан здоров'я організму. Порухення складу мікробіому може призвести до розвитку стоматологічних і системних захворювань, таких як карієс, пародонтит, а також хвороб серцево-судинної, дихальної систем.

Мета дослідження. Головною метою цього дослідження є комплексне вивчення впливу електронних сигарет на якісний та кількісний склад мікробіому ротової порожнини, а також визначення їх ролі у розвитку патологічних змін слизової оболонки та стоматологічних захворювань.

Матеріали і методи. Оглядовий аналіз статей у журналах науково-метричних баз PubMed, Google Scholar, Scopus, Web of Science.

Результати. Аерозолі для електронних сигарет містять унікальні хімічні речовини, які змінюють мікробіом ротової порожнини та сприяють дисбактеріозу. Мікробіом ротової порожнини є другим за чисельністю в організмі людини, що включає понад 600 видів бактерій, грибів, вірусів і найпростіших. У здорової людини мікрофлора ротової порожнини в основному складається з факультативно-анаеробних грампозитивних бактерій та характеризується переважанням бактерій представників типу Firmicutes, Proteobacteria, Actinobacteria, Bacteroidetes, Fusobacteria та Spirochaetes з меншою кількістю представників грибків, включаючи мікроби родів Candida, Cryptococcus, Fusarium, Aspergillus.

Candida albicans - один з найбільш актуальних грибкових колонізаторів ротової порожнини, що впливає на поведінку бактерій ротової порожнини. *S. albicans* відіграють захисну роль для патогенних бактерій, таких як *P. gingivalis*, від розпізнавання імунними клітинами, і можуть підтримувати бактеріальні інфекції ясен.

Деякі види бактерій ротової порожнини, такі як певні штами *S. mutans*, можуть запобігти інвазії та можливому зростанню ендогенних мікробних агентів шляхом синтезу малих антимікробних пептидів, відомих як бактеріоцини.

Вирішальну роль у підтримці здоров'я ротової порожнини та регуляції здорового мікробіому відіграє слина з її органічними та неорганічними компонентами відіграє, яка забезпечує утворення набутої емалевої плівки та плівки слизової оболонки, які є основою для початкової колонізації твердих і м'яких тканин мікроорганізмами; розріджує та усуває мікроорганізми і дієтичних компоненти (вуглеводи та кислоти); підтримує мікробну екосистему за допомогою антимікробної дії певних білків, таких як лізоцим, багаті проліном білки, пероксидаза, гістатини, лактоферин та імуноглобуліни, зокрема секреторні IgA (sIgA) та IgM; підтримує фізіологічний постійний рН (6,5–7) за допомогою різних буферних систем [1].

Встановлено, що використання електронних сигарет сприяє зміні фізико-хімічних властивостей слини, зокрема зниженню рівня слиновиділення, зміні кислотно-лужного балансу. Це створює сприятливі умови для адгезії мікроорганізмів, формування біоплівки.

У користувачів електронних сигарет спостерігається зміна видового складу мікробіому: зменшується кількість корисних бактерій та збільшується частка патогенних мікроорганізмів, зокрема кількість грамнегативних бактерій *Porphyromonas* і *Veillonella*. Це створює сприятливі умови для розвитку запальних процесів у тканинах пародонту та підвищує ризик розвитку інфекційних уражень слизової оболонки.

Встановлено, що аерозоль електронних сигарет впливає на здатність бактерій до адгезії, утворення біоплівки та експресії генів вірулентності. Зокрема, під впливом компонентів вейпу підвищується активність таких бактерій, як *Streptococcus mutans* і *Porphyromonas gingivalis*, які відіграють ключову роль у розвитку карієсу та пародонтиту.

Досліджено, що деякі складники рідин для вейпа діють на тверді тканини рота та шкодять зубам. Особливо небезпечні солодкі ароматизатори у поєднанні з пропіленгліколем та гліцерином, адже вони сприяють інгібуванню росту корисних бактерій ротової порожнини (*Streptococcus sanguinis* та *gordonii*), що змінює метаболічну активність мікроорганізмів, сприяючи утворенню токсичних продуктів, які пошкоджують тканини ротової порожнини та слизову оболонку. Це підтверджується значним зростанням запалення ясен у користувачів електронних сигарет [2].

Солодкі вейп-ароматизатори містять цукри, що створює ідеальні умови для росту карієсогенного *S. mutans*, утворення його біоплівки, сприяючи колонізації ротової порожнини та виробленню молочної кислоти, яка є головною причиною карієсу.

Однак за умов розвитку дисбіозу деякі бактерії, такі як *Porphyromonas gingivalis*, можуть спричинити розвиток пародонтиту. Пародонтит ініціюється порушенням мікробних біоплівки, що заповнюють простір між зубами та тканинами ясен. Це викликає запальні та імунні реакції організму, що

призводить до втрати зубів, якщо його не лікувати. Досліджено, що негативний вплив електронних сигарет є менш вираженим у порівнянні з традиційним курінням тютюнових сигарет, але це не означає їх безпечність. Куріння електронних сигарет має значний патогенний вплив, особливо при тривалому використанні, що характеризується пригніченням кількості *Bacillus* sp., *Staphylococcus epidermidis*, *Streptococcus viridans*, *Corynebacterium* sp. та збільшенням кількості умовно-патогенних бактерій: *Staphylococcus aureus*, *Enterobacter cloacae*, *Enterobacter aerogenes*, *Escherichia coli* та появою *Acinetobacter lwoffii*, *Klebsiella pneumoniae*, що не притаманні для ротової порожнини людини.

Висновки. Електронні сигарети мають суттєвий негативний вплив на мікробіом ротової порожнини, що проявляється зменшенням кількості корисних мікроорганізмів та зростанням частка патогенних бактерій і грибів. Це призводить до розвитку дисбіозу, що є важливим патогенетичним фактором виникнення багатьох стоматологічних захворювань - карієсу, запальних захворювань пародонту, періодонту та ясен, у порівнянні з особами, які не мають цієї шкідливої звички. Електронні сигарети є менш шкідливою альтернативою традиційному курінню, проте результати сучасних досліджень свідчать про наявність у них значного патогенного потенціалу. Тривале використання електронних сигарет має накопичувальний ефект, що посилює порушення мікробіому та підвищує ймовірність розвитку хронічних захворювань ротової порожнини. Таким чином, електронні сигарети слід розглядати як фактор ризику порушення мікробіологічної рівноваги в ротовій порожнині. Отримані наукові дані підкреслюють необхідність підвищення обізнаності населення щодо потенційних наслідків куріння, а також важливість подальших комплексних досліджень, спрямованих на вивчення довготривалого впливу електронних сигарет на мікробіом та загальний стан здоров'я.

References:

1. La Rosa GRM, et al. Impact of electronic cigarette use on the oral microbiome: a protocol for a systematic review of clinical studies. *Syst Rev.* 2025 Oct 23;14(1):199. doi: 10.1186/s13643-025-02965-2.
2. Maan M, et al. The Effects of Electronic Cigarettes on Oral Microbiome and Metabolome in 3D Tissue-Engineered Models. *Int Dent J.* 2025 Jun;75(3):2239-2252. doi: 10.1016/j.identj.2024.12.002.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СКЛАДУ ТА ЯКОСТІ ПІДГОТОВКИ АГЛОМЕРАЦІЙНОЇ ШИХТИ НА СТРУКТУРУ ШАРУ ТА ПРОЦЕС СПІКАННЯ

Абдулкін Сергій Петрович,
студент, Дніпровський державний технічний університет

Руденко Родіон Миколайович,
аспірант, Дніпровський державний технічний університет

Сігарьов Євген Миколайович,
д.т.н., професор, професор кафедри металургії ім. проф. В.І. Логінова,
Дніпровський державний технічний університет

Руденко Микола Романович,
к.т.н., доцент, доцент кафедри металургії ім. проф. В.І. Логінова,
Дніпровський державний технічний університет

Сучасні умови агломераційного виробництва характеризуються необхідністю залучення вторинних ресурсів та підвищення ефективності використання паливно-енергетичних матеріалів. Одним із перспективних напрямків є використання конверторного шлаку у складі агломераційної шихти, що дозволяє змінювати фізико-хімічні умови процесу спікання та покращувати показники агломерату [1, 2].

Метою роботи є дослідження впливу введення конверторного шлаку на процес спікання агломераційної шихти, формування структури агломерату та зниження витрат твердого палива.

Методика досліджень базується на аналізі технічного рішення, наведеного у патенті України № 37537, згідно з яким до складу шихти вводиться конверторний шлак у кількості 3,5–25 % при забезпеченні співвідношення CaO/SiO_2 у межах 1,5–5 [3]. В якості основних компонентів використовуються аглоруда, концентрат, флюси та тверде паливо. Оцінка ефективності проводилась за показниками газопроникності шару, стабільності спікання та міцності агломерату.

Встановлено, що введення конверторного шлаку сприяє:

- утворенню легкоплавких фаз, які забезпечують інтенсифікацію процесу спікання;
- реалізації екзотермічного ефекту за рахунок окиснення компонентів шлаку, що дозволяє знизити витрати твердого палива;
- покращенню умов формування рідкої фази та зв'язування зерен шихти;
- стабілізації температурного режиму по висоті шару.

Показано, що при вмісті конверторного шлаку в межах 5–15 % досягається оптимальне поєднання газодинамічних та теплових умов процесу. При цьому

забезпечується рівномірне проходження газового потоку та зменшення локальних зон перегріву.

Залежність основних показників агломераційного процесу від вмісту конверторного шлаку наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Вплив вмісту конверторного шлаку на показники агломераційного процесу

Вміст шлаку, %	Витрата палива, кг/т	Вихід агломерату >5 мм, %	Газопроникність шару, ум. од.
0	52	68	1,00
5	48	72	1,08
10	45	76	1,15
15	44	78	1,18
20	46	75	1,10
25	49	71	1,03

Аналіз даних, наведених у табл. 1, свідчить, що введення конверторного шлаку в межах 5–15 % забезпечує зниження витрат твердого палива на 10–15 % та підвищення виходу придатного агломерату. Одночасно спостерігається зростання газопроникності шару, що сприяє інтенсифікації процесу спікання. Подальше збільшення вмісту шлаку понад 20 % призводить до погіршення газодинамічних умов та зниження якості агломерату.

Висновки

1. Оптимізація складу агломераційної шихти є ефективним інструментом підвищення газопроникності шару та стабілізації процесу спікання.
2. Підвищення якості підготовки шихти (грануляції) забезпечує формування рівномірної структури шару та покращення тепломасообмінних процесів.
3. Введення конверторного шлаку сприяє зниженню витрат твердого палива та підвищенню якості агломерату.
4. Отримані результати підтверджують доцільність комплексного підходу до формування складу та підготовки агломераційної шихти.

Список літератури

1. Bhagat R. P., Rao D. S. Effect of size distribution of fine particles on sintering. *ISIJ International*. 2001. Vol. 41, no. 11. P. 1286–1290. DOI: <https://doi.org/10.2355/isijinternational.41.1286>

2. Umadevi T., Prabhashankar J. S., Mahapatra P. C. Influence of lime addition on iron ore sinter quality. *Ironmaking & Steelmaking*. 2012. Vol. 39, no. 2. P. 117–123. DOI: <https://doi.org/10.1179/1743281211Y.0000000062>

3. Шихта для вироблення агломерату : пат. 37537 Україна : С22В1/16. № 99084594 ; заявл. 10.08.1999 ; опубл. 15.05.2001, Бюл. № 4.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОНСТРУКЦІЇ КОЛОСНИКОВОЇ РЕШІТКИ НА СТРУКТУРУ ШАРУ ШИХТИ ТА ПРОЦЕС СПІКАННЯ

Занкін Олександр Вікторович,
студент, Дніпровський державний технічний університет

Руденко Родіон Миколайович,
аспірант, Дніпровський державний технічний університет

Сігарьов Євген Миколайович,
д.т.н., професор, професор кафедри металургії ім. проф. В.І. Логінова,
Дніпровський державний технічний університет

Руденко Микола Романович,
к.т.н., доцент, доцент кафедри металургії ім. проф. В.І. Логінова,
Дніпровський державний технічний університет

Одним із ключових факторів, що визначає продуктивність агломераційного процесу, є газопроникність системи «шихта – колосникові ґрати – спікальний візок» [1–4]. Вона визначає інтенсивність тепломасообмінних процесів і формування структури шару під час спікання. За умов зростання частки тонкодисперсних компонентів та відсутності шару «ліжка» особливого значення набуває рівномірність розподілу газопроникності по перетину шару.

Метою роботи є встановлення впливу конструкції колосників на розподіл газопроникності шару агломераційної шихти, усунення застійних зон газорозподілу та підвищення рівномірності теплового навантаження з метою стабілізації процесу спікання.

Лабораторні дослідження виконано на агломераційній чаші діаметром 0,1 м при висоті шару шихти 0,38–0,40 м. Як модельний матеріал використано сталевий дріб діаметром 1 мм. Досліджено базову конструкцію колосників (8,36 % живого перетину), виконану на основі відомих технічних рішень [5, 6], та удосконалену конструкцію із площею живого перетину 12 %, реалізовану у запатентованому технічному рішенні [7]. Газопроникність оцінювали при розрідженні 400–900 мм вод. ст. Достовірність отриманих результатів забезпечується повторюваністю експериментальних даних та узгодженням з результатами математичного моделювання газодинаміки і теплообміну.

Встановлено, що підвищення площі живого перетину з 8,36 % до 12 % забезпечує збільшення витрати повітря на 10–15 %. При цьому визначальним фактором є не лише збільшення площі перетину, а й усунення застійних зон газорозподілу, що досягається за рахунок конструктивних рішень, реалізованих у запатентованій конструкції колосника [7].

Перенесення контактних площин у нижню частину колосника, в зону підколосникових балок, забезпечує:

- рівномірний розподіл газопроникності по ширині шару;
- зниження газодинамічного опору;
- стабілізацію структури шару шихти за рахунок рівномірного проходження газового потоку;
- рівномірний розподіл теплового навантаження на колосники та підколосникові балки;
- підвищення здатності до самоочищення та запобігання закупорюванню міжколосникового простору [8–10].

Математичне моделювання показало, що для базової конструкції до 20 % активного перетину блокується, тоді як у новій конструкції забезпечується рівномірна газопроникність по всій площині, а мінімальна швидкість газового потоку становить 15 м/с. Це сприяє більш рівномірному прогріву шару та стабілізації процесу формування агломерату.

Залежність витрати повітря від величини розрідження для різних конструкцій колосників наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Кількість повітря, що просмоктується через агломераційну чашу

Розрідження, мм вод. ст.	Повітря, м ³ /год. (8,36 %)	Повітря, м ³ /год. (12 %)
400	650	760
600	900	1040
700	1000	1145
800	1100	1270
900	1285	1360

Аналіз даних, наведених у табл. 1, показує, що застосування удосконаленої конструкції колосників забезпечує стабільне зростання витрати повітря в усьому діапазоні розрідження. Отримані результати свідчать про підвищення газопроникності шару та зниження гідравлічного опору, що позитивно впливає на умови тепломасообміну в процесі спікання.

Висновки

1. Удосконалена конструкція колосників із підвищеною площею живого перетину забезпечує не лише зростання витрати повітря, але й рівномірний розподіл газопроникності шару.

2. Усунення застійних зон та зміщення контактних поверхонь у нижню частину конструкції сприяє формуванню стабільної структури шару шихти.

3. Рівномірний розподіл теплового навантаження та підвищення здатності до самоочищення забезпечують стабільність розрідження та підвищують довговічність роботи спікального візка.

4. Отримані результати підтверджують ефективність запропонованого конструктивного рішення, захищеного патентом України № 148298.

Список літератури

1. Bhagat R. P., Rao D. S. Effect of size distribution of fine particles on sintering // *ISIJ International*. 2001. Vol. 41, no. 11. P. 1286–1290. DOI: <https://doi.org/10.2355/isijinternational.41.1286>

2. Zhu H., Yu A. B., Zulli P. A numerical study of the packing of granular materials with varying particle size distributions // *Powder Technology*. 2007. Vol. 172, no. 2. P. 157–166. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2006.10.014>

3. Umadevi T., Prabhashankar J. S., Ranjan M., Mahapatra P. C. Influence of lime addition on iron ore sinter quality // *Ironmaking & Steelmaking*. 2012. Vol. 39, no. 2. P. 117–123. DOI: <https://doi.org/10.1179/1743281211Y.0000000062>

4. Umadevi T., Kumar P., Mahapatra P. C. Influence of magnetite particle size on pelletization of iron ore fines // *Minerals & Metallurgical Processing*. 2013. Vol. 30, no. 3. P. 163–170. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40553-013-0016-1>

5. Мартиненко В. А., Кухарь А. С. Колосникова решітка конвеєрної машини: пат. України № 896, МПК F27B21/06 ; опубл. 16.07.2001.

6. Панченко А. Н., Гасик М. І., Оторвин П. І. Колосник спікального візка агломераційної конвеєрної машини : пат. України № 48107, МПК F27B21/06 ; опубл. 10.03.2010.

7. Руденко М. Р., Руденко Ю. Р., Кашеев М. А., Чубін К. І., Руденко Р. М. Колосник візка агломераційної або обпалювальної конвеєрної машини : пат. України № 148298, МПК F27B21/00 (2021.01) ; заявл. 22.07.2021 ; опубл. 21.07.2021, Бюл. № 29.

8. Рудь Ю. С., Кучер В. Г., Белоношко В. Ю. Нові напрямки у розробці методів і засобів формування шару шихти на агломераційній машині // *Сучасні проблеми металургії*. 2018. № 21 (1). С. 56–66.

9. Бондаренко В. Д., Руденко М. Р., Чернявський С. І. Вплив підсосів повітря на показники агломераційного процесу // *Металургійна і гірничорудна промисловість*. 2002. № 4. С. 14–17.

10. Бондаренко В. Д., Руденко М. Р. Вплив активного перетину колосникової решітки на показники агломераційного процесу // *Теорія і практика металургії*. 2005. № 1. С. 24–27.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СКЛАДУ ТА ЯКОСТІ ПІДГОТОВКИ АГЛОМЕРАЦІЙНОЇ ШИХТИ НА СТРУКТУРУ ШАРУ ТА ПРОЦЕС СПІКАННЯ

Коваленко Олексій Олегович,
студент, Дніпровський державний технічний університет

Руденко Родіон Миколайович,
аспірант, Дніпровський державний технічний університет

Сігарьов Євген Миколайович,
д.т.н., професор, професор кафедри металургії ім. проф. В.І. Логінова,
Дніпровський державний технічний університет

Руденко Микола Романович,
к.т.н., доцент, доцент кафедри металургії ім. проф. В.І. Логінова,
Дніпровський державний технічний університет

Інтенсифікація процесів агломерації в сучасних умовах металургійного виробництва пов'язана з необхідністю раціонального використання мінерально-сировинних ресурсів та залучення у технологічний цикл вторинних залізовмісних матеріалів. Особливої актуальності набуває використання відходів металургійного виробництва, таких як конвертерні шлаки, окалина та шлами газоочищення, які здатні впливати на фазовий склад, газодинамічні та теплофізичні характеристики агломераційного шару.

Метою роботи є встановлення закономірностей впливу складу агломераційної шихти з урахуванням введення вторинних залізовмісних матеріалів на параметри процесу спікання та якісні характеристики агломерату.

Методологічною основою дослідження є аналіз технічного рішення, викладеного у патенті України № 75825, який передбачає введення до складу шихти суміші шламу, що утворюється в процесі газоочищення конвертерних газів, і флюсу у співвідношенні 1:(0,04–0,8), а також використання конвертерного шлаку, окалини, флюсів і твердого палива у регламентованих межах. Такий підхід дозволяє цілеспрямовано змінювати фізико-хімічні умови формування рідкої фази в процесі агломерації [1].

Встановлено, що введення суміші шламу та флюсу забезпечує зниження температури початку утворення рідкої фази та підвищення її рухливості, що сприяє інтенсифікації рідкофазного спікання. Одночасно присутність у складі шихти конвертерного шлаку, який містить FeO, обумовлює реалізацію додаткового екзотермічного ефекту при його окисненні, що призводить до зниження питомих витрат твердого палива.

З позицій газодинаміки шару встановлено, що використання вторинних матеріалів сприяє формуванню більш однорідної гранулометричної структури

шихти, зменшенню частки дрібнодисперсних фракцій та зниженню гідравлічного опору шару. Це забезпечує більш рівномірний розподіл газового потоку по висоті шару та стабілізацію фронту горіння.

Залежність технологічних показників процесу агломерації від вмісту вторинних компонентів наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Вплив вмісту вторинних залізовмісних матеріалів на показники агломераційного процесу

Суміш шламу і флюсу, %	Конвертерний шлак, %	Окалина, %	Питоме виробництво, т/(м ² ·год)	Вміст дріб'язку <5 мм, %
0,1	0,05	0,1	1,25	16,8
2	5	5	1,36	16,5
5	10	10	1,38	16,0
10	15	20	1,40	15,5
11	16	22	1,28	16,9

Аналіз наведених даних свідчить, що підвищення вмісту суміші шламу та флюсу до 5–10 % супроводжується зростанням питомої продуктивності процесу агломерації та зниженням виходу дрібної фракції. Це пояснюється оптимізацією умов формування рідкої фази та покращенням структурно-механічних характеристик агломерату. Подальше збільшення частки вторинних матеріалів призводить до зниження вмісту заліза та погіршення якісних показників агломерату, що узгоджується з результатами, наведеними у патенті.

Висновки

1. Використання вторинних залізовмісних матеріалів дозволяє цілеспрямовано впливати на фазоутворення та тепловий режим процесу агломерації.

2. Введення суміші шламу газоочищення та флюсу забезпечує інтенсифікацію рідкофазного спікання за рахунок зниження температури плавлення та підвищення рухливості рідкої фази.

3. Оптимальний вміст вторинних компонентів (5–10 %) забезпечує максимальну продуктивність агломераційного процесу та мінімальний вихід дріб'язку.

4. Отримані результати підтверджують доцільність використання вторинних матеріалів у складі агломераційної шихти.

Список літератури

1. Шихта для приготування агломерату : пат. 75825 Україна : МПК С22В 1/16 (2006) / Ю.Р. Руденко, О.М. Стало, Г.М. Миршавка, М.Р. Руденко ; заявник та патентовласник. – № 20041109332 ; заявл. 15.11.2004 ; опубл. 15.05.2006, Бюл. № 5.

ВИЗНАЧЕННЯ РАДІАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРИМІЩЕНЬ МІКРОРАЙОНУ ПЕРЕМОГА-6

Пилипенко Олександр Володимирович

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри охорони праці, цивільної та техногенної безпеки, УДУНТ ННІ «ПДАБА»,
Дніпро, Україна,

Саньков Петро Миколайович,

кандидат технічних наук,
професор, професор кафедри охорони праці, цивільної та техногенної безпеки, УДУНТ ННІ «ПДАБА»,
Дніпро, Україна

Ткач Наталія Олексіївна,

кандидат технічних наук,
доцент, доцент кафедри охорони праці цивільної та техногенної безпеки, УДУНТ ННІ «ПДАБА»,
Дніпро, Україна

Ковтун-Горбачова Тетяна Анатоліївна,

кандидат технічних наук,
доцент, доцент кафедри будівельної механіки та металевих конструкцій, УДУНТ ННІ «ПДАБА», Дніпро, Україна

Писаревська Марія Миколаївна,

магістр спеціальності ЦБ, УДУНТ ННІ «ПДАБА», Дніпро, Україна

Актуальність. Питання визначення та аналізу існуючих радіаційних параметрів у приміщеннях житлових та громадських будівлях [1] є актуальним, а його вирішення спрямоване на визначення фактичного стану справ у сфері радіаційної безпеки будівельних проектів при будівництві об'єктів на житловому масиві Перемога-6, що перебувають в експлуатації чи новобудов, будівель, що будуються на даний момент, та мають оновлені вимоги до радіаційної та екологічної безпеки [2].

Мета. Метою роботи є продовження проведення систематичних радіаційних обстежень будівель та споруд житлового фонду, заснованих на дослідженнях реального рівня радіаційного фону житлових будівель, що експлуатуються.

Методи та методика. Виміри ППД гама-випромінювань поза приміщеннями варто проводити в місцях з рівним рельєфом на висоті 1 м від поверхні ґрунту і на видаленні не менш 10 м від невисотних будинків й 30 м від висотних. У

приміщеннях виміри проводяться в центрі приміщення на висоті 1 м від підлоги (один вимір на кожні 50 м² площі обстежуваного приміщення). Результати вимірів повинні оформлятися в спеціальному журналі довільної форми з обов'язковою вказівкою типу приладу та дати його перевірки.

Система радіаційного контролю. Відповідно до рекомендацій Міжнародної комісії з радіологічного захисту (МКРЗ) регулюванню підлягають ті техногенно-підвищені джерела іонізуючого випромінювання, які дають найбільший внесок у сумарну ефективну дозу опромінення і на величину яких людина може впливати (регулювати). Це повною мірою відноситься до іонізуючих джерел будівельного виробництва. Становлення і розвиток нормативно-правової бази з питань радіаційної безпеки і захисту населення України від впливу джерел іонізуючих випромінювань будівельного виробництва знайшло своє відбиття в прийнятих законодавчих актах і нормативно-правових документах.

Радіаційний контроль входить складовою частиною контролю якості будівельної продукції в Україні по забезпеченню надійності і санітарно-гігієнічних нормативів у будинках і спорудженнях під час їхньої експлуатації та вимог до вишукувань на території, відведеної під будівництво.

Система радіаційного контролю будівельного виробництва включає комплекс взаємозалежних нормативних документів, виконання норм і правил яких забезпечують зниження до нормативних рівнів іонізуючих випромінювань природних радіонуклідів у побудованих об'єктах, джерелами яких є будівельні матеріали, вироби і конструкції, а також навколишнє середовище людини. Система радіаційного контролю організована відповідно до державних санітарних правил [1] та будівельних норм України [2], які встановлюють:

- норми і правила організаційних робіт із забезпечення зниження рівня іонізуючих джерел випромінювання і організаційно методичних вимог до нормування радіаційної безпеки в будівництві;

- норми і правила контролю радіаційних параметрів сировини, матеріалів і об'єктів будівництва; правила і методи зниження рівня іонізуючого випромінювання ПРН будівельного виробництва;

- правила нормування матеріально-технічних, трудових й економічних витрат, пов'язаних із забезпеченням радіаційної безпеки при зведенні й експлуатації об'єктів будівництва.

Радіаційний контроль охоплює всі етапи технологічного циклу будівництва: видобуток будівельної сировини; виготовлення будівельних конструкцій; зведення будинків і споруджень; закладка підвалини й фундаменту будинку на території, відведеної під будівництво; виконання будівельно-монтажних робіт; опоряджувальні робіт; фасадні роботи тощо.

Основна частина. Будівельні матеріали, що використовуються як несучі, самонесучі та зовнішні конструкції житлових та громадських будівель, виготовлені з мінеральної сировини та промислових відходів. Основним будівельним матеріалом, що використовується для будівництва багатьох житлових районів міста Дніпро, є важкий бетон (збірні залізобетонні, блочні або

панельні житлові будинки), на який припадало 70-85% від загального обсягу будівництва [3].

За попередній період проведено близько 550 вимірів радіаційних параметрів на ж/м Перемога-6 [4] та ж/м Перемога-2 [5], що проводились в період 2017÷2021рр. в житлових приміщеннях (1-9 поверх) та в приміщеннях громадського користування: офісного, торгового, громадського та адміністративного призначення. Виміри проводилися разом зі студентами-магістрами та з представниками державної санітарно-епідеміологічної служби м. Дніпро. Виміри проводилися згідно будівельних та радіаційних вимог. Допустимі значення РРП не повинні перевищувати для ПЕДдоп<0,30мкЗв/год; для ППДдоп<0,26мкГр/год; для ЩПβдоп=0,030*10³част/хв*см². Для проведення вимірів обрано дозиметр-радіометр МКС-05 «ТЕРРА» та дозиметр побутовий «БЕЛЛА».

В 2024-2025 роках проводились повторні визначення параметрів для визначення динаміки змін регламентованих параметрів. Так для першого об'єкту дослідження - 9-ти поверховому панельному житловому будинку виконано виміри на першому поверсі в приміщенні громадського користування та в приватних помешканнях 4,6 та 7 поверхів.

На другому об'єкті 9-ти поверхового панельного житлового будинку виміри було виконано на першому поверсі в приміщенні магазину та в приватних помешканнях 3 та 8 поверхів.

Для третього об'єкту, також було взято 9-ти поверховий панельний житловий будинок, виміри було виконано на першому, другому та дев'ятому поверхах, в квартирах мешканців будинку. Квартира на 1 та 2 поверсі, знаходяться всередині житлового дому, а квартира на 9 поверсі розташована в куті будівлі.

Четвертий об'єкт для вимірювання, це окремо розташована будівля з силікатної цегли. В одноповерховому приміщенні громадського користування розташований магазин АТБ, який побудований за окремим проектом та має так звану торговельну залу та адміністративно-побутові вбудовані приміщення. Виміри були виконані в торговельному залі.

Також було проведено вимірювання регламентованих санітарно-гігієнічних параметрів і на п'ятому об'єкті одноповерхової каркасної будови, з огорожувальними конструкціями блоків та силікатної цегли. Приміщення громадського користування де розташований торговельний комплекс, виміри були проведені на першому поверсі.

П'ятий об'єкт дослідження, розташований в триповерховій відокремленій будівлі з залізобетонних блоків, залізобетонних панелей та силікатної цегли де розташований НВК №111, виміри були проведені на 1, 2, 3 поверхах.

У ході проведення досліджень радіаційних параметрів огорожувальних конструкцій житлових об'єктів на м/ж Перемога-6 встановлено діапазони середніх значень:

$$\begin{aligned} \text{ППД}_{\text{прим}} &= 0,07 \div 0,38 \text{ мкГр/год} \\ \text{ЕРОА}_{\text{прим}} &= 30,8 \div 51,4 \text{ Бк/м}^3 \end{aligned}$$

$$\text{ЩП } \beta\text{-часток} = 0,007 \div 0,058 \text{ част/хв} \cdot \text{см}^2$$

Це можна пояснити завищеним рівнем надходжень радону в приміщення квартир, магазинів, офісів першого поверху. Тобто надходження радону не тільки з будівельних конструкцій, але додатково з ґрунту під приміщеннями будинків.

Зробивши аналіз досліджень радіаційних параметрів різних конструктивних матеріалів (виробів), можна зробити загальний висновок, що найменший рівень радіаційного фону у будинках з силікатної цегли, а найбільший в будинках із збірних залізобетонних конструкцій (панельні та блочні типові будинки масової забудови).

Значення регламентованих радіаційних параметрів в житлових будівлях [3] для основних огорожувальних конструкцій будівель наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Радіаційні параметри в житлових будівлях для основних огорожувальних конструкцій

Будівельний матеріал огорожувальних конструкцій	Величина параметрів					
	ППД, мкГр/год		ЩП β -часток, част/хв·см ²		D _{ріс} , мЗв/рік	
	мінім.	макс.	мінім.	макс.	мінім.	макс.
Багатоповерхові будинки						
Стіни із газобетону	0,09	0,11	0,011	0,017	0,876	0,964
Силікатна цегла	0,08	0,15	0,012	0,026	0,7	1,14
Керамічна цегла	0,09	0,26	0,014	0,041	1,02	2,45
Залізобетонні конструкції Блочні житлові будівлі	0,11	0,28	0,021	0,048	1,23	2,65
Залізобетонні конструкції Панельні житлові будівлі	0,13	0,30	0,027	0,046	1,06	2,89
Індивідуальні житлові будинки						
Стіни шлаколітї	0,06	0,13	0,019	0,024	0,526	1,14
Стіни бетонні	0,12	0,33	0,023	0,052	1,14	2,72
Керамічна цегла	0,1	0,25	0,015	0,039	1,02	2,45
Плити OSB	0,05	0,12	0,008	0,011	0,438	1,05

Визначемо фактичні значення регламентованих радіаційних параметрів використовуючи для перерахунку формул 1 та 2:

$$H_{\text{эф.л}} = f(\text{тип ОК, поверх, ППД}_{\text{прим}}, V_{\text{ок}}, \delta, \rho, t_{\text{пер}}) \quad (1)$$

$$H_{\text{эф.вн}} = f(\text{тип ОК, ґрунт, ЕРОА}_{\text{прим}}, t_{\text{пер}}, \lambda_0) \quad (2)$$

Стан радіаційної безпеки на ж/м Перемога-6, знаходиться в досить широкому діапазоні і в цілому є допустимими, але мають місце певні підвищені значення. До початку повномасштабного вторгнення, протягом 2018-2022 років, ж/м Перемога-6 активно забудовувалась новими житловими будівлями та житловими комплексами, з використання сучасних будівельних матеріалів, виробів, систем оздоблення тощо.

Радіаційна складова (підвищений радіаційний фон) буде присутня доки використовуються будівлі, які побудовані в 1970-1990 роках, поки в межах

житлового масиву не почнуть будувати нове, сучасне, комфортне, радіаційно екологічне житло, а старі панельні та блочні житлові багатоповерхівки, яким вже більше 45-50 років, не будуть розбирати та демонтувати.

Висновки: В результаті проведених досліджень, збору даних, визначених фактичних значень радіаційних параметрів та розрахунку зовнішньої / внутрішньої складових сумарної дози опромінення було встановлено, що значення регламентованих радіаційних параметрів, сформованих від джерел іонізуючого випромінювання техногенного походження, що визначені у приміщеннях ж/м Перемога-6, перевищують нормативні показники для населення. Загальна ситуація щодо джерел випромінювання з будівельних конструкції вимагає впровадження технічних заходів радіаційного захисту та зниження значення сумарної дози опромінення для жителів населення ж/м Перемога-6.

Список літератури

1. Державні санітарні правила. (2001). Основні санітарні правила проти радіаційного захисту України (ОСПУ) (ДСП 6.074.120-01). Міністерство охорони здоров'я України.

2. ДБН В.1.2-8:2021. (2021). Основні вимоги до будівель і споруд. Гігієна, здоров'я та захист довкілля. Міністерство розвитку громад та територій України.

3. Радонова безпека житлових будівель : підручник / І. А. Соколов, Запрудін В. Ф, Беліков А. С. та ін.; під ред. проф. І. А. Соколова. – Дніпропетровськ, 2008. – 312 с

4. Oleksandr Pylypenko, Karasev Alexey, Katerina Rybalka, Taras Dubov. Further studies of radiation parameters on the microdistrict Peremoha-6 (2022) Scholarly Publisher RS Global World Science 2(74), 2022, RS Global Sp.z O.O., Warsaw, Poland. P. 1–6. DOI: https://oi.org/10.31435/rsgloba_ws/28022022/7766

5. Pylypenko O., Karasev O., Rybalka K., Kreknin K. Radiation safety status in the housing estate Peremoha - 2 in Dnipro city (2021) The scientific heritage. Budapest, Hungary, 2021. no. 78. vol. 1, pp. 29 – 34. DOI: 10.24412/9215-0365-2021-78-1-29-34

6. Пилипенко О. В., Железняк Г. С., Тимошенко О. А., Саньков П. М., Гряник В. О. Моделювання впливу радіаційних параметрів на формування сумарної дози опромінення із застосуванням штучного інтелекту. Abstracts of the XX International Scientific and Practical Conference “Innovative Technologies in Construction, Civil Engineering and Architecture” (October, 20–21, 2025): edited by Kostiantyn SUKHYY, Mykola SAVYTSKYI, Yurii PROIDAK, Vladyslav DANISHEVSKYY. Dnipro : ESI PSACEA, 2025, 409 p. (e-edition). P.296-300

7 Саньков П.М., Богатов О.І., Пилипенко О.В., Папірник Р.Б., Ткач Н.О. Аналіз надзвичайних ситуацій техногенного характеру в сучасних умовах/ The 15th International scientific and practical conference “Scientific research: integration of science and practice for effective development” (April 15 – 18, 2025) Florence, Italy. International Science Group. 2025. 341 p. P. 142-146

NICHTÄQUIVALENTE LEXIK ALS STARKES KOMPOSITIONSMITTEL IM POETISCHEN TEXT (LINGUISTISCH-KULTURELLE UND ÜBERSETZUNGSWISSENSCHAFTLICHE ASPEKTE)

Tupytsya Oleksandr

Dr. phil., Dozent

Lehrstuhl für Germanistik und Übersetzungswissenschaft

Nationale Universität „Poltawaer Polytechnika namens Yuri Kondratyuk“

Zusammenfassung. In diesem Artikel wird die Rolle der nichtäquivalenten Lexik als einer der Schlüsselkomponenten des Systems starker Positionen im poetischen Text untersucht. Es wird festgestellt, dass national geprägte Einheiten als bedeutungsbildende Zentren fungieren, die ethnokulturelle Informationen bündeln und ein ganzheitliches sprachliches Weltbild formen. Besonderes Interesse wird auf die Mechanismen der Wiedergabe dieser Einheiten in der Übersetzung sowie auf die Analyse von Strategien zur Bewahrung der konnotativen Färbung und des pragmatischen Potenzials des Textes gezeigt. Der Status starker Positionen als hierarchische Dominanten, die die kompositorische Ganzheitlichkeit des literarischen Werks gewährleisten, wird begründet.

Schlüsselwörter: poetischer Text, starke Positionen, nicht übersetzbare Lexik, sprachliches Weltbild, übersetzungswissenschaftliche Strategie, ethnokultureller Code, Sinnzentrum.

Einleitung. Das moderne linguistische Paradigma ist durch ein verstärktes Interesse an der Erforschung der Wechselwirkungen zwischen Sprache, Kultur und menschlichem Bewusstsein gekennzeichnet. Der poetische Text als besondere Form der verbalen Kommunikation erweist sich als komplexes, vielschichtiges Gebilde, in dem jedes Element der Verwirklichung der Absicht des Autors und der Wiedergabe einer spezifischen Weltanschauung untergeordnet ist. In diesem Zusammenhang ist die Untersuchung der „starken Positionen“ des Textes von Bedeutung – jener Elemente, die eine besondere funktionale Bedeutung haben und als „Bilder-Bedeutungen“ der semantischen Entfaltung des Werks fungieren.

Ziel und Aufgaben der Untersuchung. Ziel der Arbeit ist die theoretische Begründung und praktische Analyse der Funktionsweise von nichtäquivalenter Lexik (NEL) in ihrer Rolle als starke Positionen im poetischen Text. Zur Erreichung dieses Ziels müssen folgende Aufgaben gelöst werden: das Wesen des Konzepts der sprachlichen Weltanschauung in der Poesie zu bestimmen; die strukturelle und kompositorische Rolle der starken Positionen zu analysieren; die Besonderheiten der NEL als Träger der nationalen Bedeutung zu untersuchen; wirksame übersetzungswissenschaftliche Strategien zur Wiedergabe der NEL am Beispiel deutsch-ukrainischer und ukrainisch-deutscher Parallelen aufzuzeigen.

Ergebnisse der Untersuchung. Das Konzept des sprachlichen Weltbildes bildet die Grundlage für das Verständnis der Natur eines literarischen Textes. Wie

einheimische Forscher (M. Kochergan, A. Moysienko) anmerken, spiegelt die Sprache die Realität nicht nur wider, sondern konstruiert sie auch durch die Ansichten des nationalen Bewusstseins. Der poetische Text ist in dieser Hinsicht der konzentrierteste Ausdruck ethnolinguistischer Kenntnisse [2; 3].

Die „starken Positionen“ eines Textes – Überschrift (Titel), Epigraph, Anfang und Schluss des Werks, Wiederholungen und andere Stilmittel – bilden das Gerüst, um das sich die übrigen lexikalischen und stilistischen Einheiten gruppieren. Einen besonderen Platz unter ihnen nimmt die nichtübersetzbare Lexik ein. Die nichtübersetzbare Lexik hat keine direkten Entsprechungen im lexikalischen System einer anderen Sprache, da sie spezifische Realitäten des Alltags, der Traditionen, der Geschichte oder der Mentalität einer bestimmten ethnischen Gruppe kodiert.

Unsere Beobachtungen zeigen beispielsweise, dass im literarischen Diskurs von T. Schewtschenko die Lexeme «хата» (wörtliche Entsprechung „Hütte“), «сорочка» (wörtliche Entsprechung „Hemd“), «бандура» (Transkription „Bandura“ – „ukrainische Lautenzither“, ein gezupftes Lauteninstrument in der Ukraine) oder «рушник» (wörtliche Entsprechung „Handtuch“) nicht mehr nur Bezeichnungen für Gegenstände sind. Sie werden zu bedeutungsbildenden Zentren, die an markanten Stellen des Textes (zum Beispiel in kompositorischen Wiederholungen) den Leser darauf programmieren, einen bestimmten emotionalen und wertbezogenen Code wahrzunehmen. Die Analyse der Übersetzungen von Shevchenkos Werken ins Deutsche zeigt, wie schwierig es ist, diesen Code zu bewahren. So führt beispielsweise die Verwendung des deutschen Wortes „Hütte“ anstelle von „Hata“ oft zum Verlust der Aura der Sakralität und der familiären Geborgenheit, die dem ukrainischen Original eigen ist. Allerdings werden in der Übersetzung Begriffe wie „Bandura“, „Kosak“, „Moskal“, „Chumak“ und andere beibehalten, obwohl der deutschsprachige Leser zusätzliche Erläuterungen benötigt. Und diese verweisen doch irgendwie auf das Verständnis der nationalen Zugehörigkeit dieser Begriffe. Auf diese Weise entsteht ein entsprechender ethnokultureller Code für den gesamten Text: *Ungetauft wie Tiere wachsen // Der **Kosaken** Kinder; // Liegen ungetraut im Bette, // Lassen sich den Glauben, // Sich den Totenspruch **des Popen**, // Sich die Kirche rauben.* (T. Schewtschenko „Die Taras-Nacht“). *Обернувся я до **хату** – Нема в мене **хату!*** (T. Шевченко). - *Lauf' in rasche Schritte jetzt nach **Haus** – doch wo ist meine, wo ist meine **Hütte!*** (E. Weinert). *І про неї добрим людям **кобзарі** співають* (T. Шевченко). - *Ihren alten Ruhm besingen **der Kobsaren Weisen*** (A. Kurella). Im letzten Beispiel lässt sich zudem das Phänomen der Explikation mit einer beschreibenden Übersetzung beobachten. **Der Kobsar** – Kobsaspieler, ukrainischer Volksliedersänger (Kobsa – altes ukrainisches Zupfinstrument) [4, S.50]. In Schewtschenkos Gedichten und vor allem im Verständnis des Volkes ist der Kobzar jedoch ein Träger der Weisheit und des Volksgeistes. Eine besondere Form der Wiedergabe im Übersetzungszusammenhang kann die beschreibende Umschreibung oder das Hyperonym sein; diese Begriffe enthalten Erläuterungen zur Semantik der Realität, sowohl in Bezug auf die denotative als auch auf die konnotative (landeskundliche, expressive oder ethnolinguistische) Information. Zum Beispiel: *На сина глянула, взяла, Його тихенько сповила Та, щоб дождать до ланового, Ще*

кору дожинуать пішла (Т. Шевченко). - Auf Iwan blickte sie verstohlen, Nahm ihn, tat nach den Windeln sehn Und ging dann, wie's der Vogt befohlen, Das Weizenstück zu Ende mähn (A. Kurella).

Andererseits lassen sich bei der Analyse deutschsprachiger Lyrik ähnliche Prozesse beobachten. Das Lexem „der Puk“ (ein Hausgeist in der deutschen Folklore) tritt im Text nicht nur als Figur auf, sondern als Träger kultureller Identität. In Übersetzungen ins Ukrainische mag die Strategie einer einfachen Ersetzung durch «ДОМОВИК» zwar angemessen sein, doch sie schwächt das spezifische deutsche Kolorit etwas ab: *Die Bienen summen so verschlafen; // und in der offenen Bodenluk', // benebelt von dem Duft des Heues, // im grauen Röcklein schläft der Puk (Theodor Storm „Sommertag“).* **Der Puk** – eine Märchengestalt, die auf dem Dachboden wohnt, nachts aktiv ist und sich unsichtbar machen kann [4, S.13].

Der übersetzungswissenschaftliche Aspekt der Untersuchung stützt sich auf die Arbeiten von R. Zoriwczak [1]. Die wichtigsten Strategien zur Wiedergabe von NEL-Elementen sind nach wie vor Transkription, Transliteration, beschreibende Übersetzung und kontextbezogene Ersetzung. Befindet sich das NEL jedoch in einer herausragenden Position (beispielsweise im Titel), steigt die Verantwortung des Übersetzers exponentiell an. Eine falsche Wahl der Strategie kann die gesamte Architektur des Werks zerstören.

Besondere Aufmerksamkeit verdient die Analyse von Mythologismen als NEL. Bei der Wiedergabe deutscher Legenden in ukrainischer Sprache wird häufig der Kompensationsmechanismus angewendet, bei dem ein ethnokulturelles Defizit an einer Stelle durch die Verstärkung des nationalen Kolorits an einer anderen Stelle ausgeglichen wird. Dies ermöglicht es, die allgemeine emotionale Spannung des Textes zu bewahren, ohne ihn mit überflüssigen Anmerkungen zu überfrachten.

Schlussfolgerungen. Die Untersuchung hat gezeigt, dass die nicht-äquivalente Lexik im System der starken Positionen eines poetischen Textes die Rolle einer ideell-thematischen Grundlage spielt (was wir mit dem Begriff „Bild-Bedeutung“ bezeichnen haben). Sie kennzeichnet den Text nicht nur als Teil einer bestimmten Kultur, sondern beteiligt sich auch aktiv an der Schaffung neuer Bedeutungen. Bei der Übersetzung besteht die Hauptaufgabe nicht nur in der Vermittlung der Bedeutung, sondern in der Wiedergabe der funktionalen Bedeutung des Bild-Sinns als semantischer Komponente der Komposition. Ein vielversprechender Ansatz für weitere Forschungen ist die Untersuchung der Dynamik der Veränderung des semantischen Umfangs des Bild-Sinns unter dem Einfluss globaler Prozesse in der zeitgenössischen europäischen Poesie.

Список літератури

1. Зорівчак Р. П. Реалія і переклад (на матеріалі англомовних перекладів української прози). Львів, 1989. 215 с.
2. Кочерган М. П. До питання про безеквівалентну лексику і лакуни та способи їх компенсації. Проблеми зіставної семантики: зб. статей за доповідями Міжнародної наукової конференції з проблем зіставної семантики (23-25 вересня 1999 р.). Київ, 1999. С. 42-45.

3. Мойсієнко А. К. Слово в аперцепційній системі поетичного тексту. Декодування шевченкового вірша. Київ: Вид-во “Правда Ярославичів”, 1997. 200 с.

4. Тупиця О. Ю. Безеквівалентна лексика в поетичному тексті: проблема створення етномовної картини світу: монографія. Mauritius, Beau Bassin : LAP LAMBERT Academic Publishing RU, 2018. 117 с.

5. Tupytsya O. Die kompositionelle Rolle der nichtäquivalenten Lexik beim übersetzen poetischer Texte. Die Ukraine und die deutschsprachigen Länder in Kultur-, Literatur- und Sprachkontakt: матеріали XXXII Міжнар. наук.-практ. конф. Асоц. укр. германістів (26-27 верес. 2025 р.). Чернівці: ЧНУ ім. Ю. Федьковича, 2025. С. 235-237.

6. Tupytsya O. Problems in defining the category of non-equivalence. Scientific Research: Emerging Theories and Practical Breakthroughs: Proceedings of the 2nd Int. Sci. and Pract. Conf., Nov. 17-19, 2025. Edinburgh: EOSS, 2025. С. 267-269.

THE CONCEPT OF THE SACRED IN THE KAZAKH WORLDVIEW: LINGUISTIC AND CULTURAL PERSPECTIVES

Zhansaya Tursyn

Graduate student in Applied Kazakh Linguistics
Al-Farabi Kazakh National University
Almaty

Abstract: This study examines the linguistic and cultural representation of the concept of “kiyelik” (sacredness) in the Kazakh worldview. The research aims to identify the semantic structure of the concept through a comparative analysis of the lexical units “kiyeli” and “qasietti”, as well as their usage in linguistic data. The study is based on materials from explanatory dictionaries, the Kazakh National Corpus, and ethnographic sources. The findings demonstrate that “kiyelik” is not limited to a religious or mystical category, but constitutes a complex cultural phenomenon embedded in historical memory, traditional beliefs, and everyday practices. The concept is closely associated with the notion of “kie” as a supernatural force regulating human behavior through systems of taboos and beliefs. A comparative analysis reveals that “kiyeli” retains a mythological and sacral meaning connected with non-human supernatural power.

Keywords: sacredness, *kiyelik*, *kie*, Kazakh worldview, ethnolinguistics, sacrality, language and culture.

To reveal the linguistic representation of the concept, it is necessary to identify the semantic fields and usage patterns of the word “*kiyeli*” (“sacred”) alongside the related term “*qasietti*” (“holy”), and to conduct a comparative analysis. The semantic scope of these words can be determined based on the 15-volume *Explanatory Dictionary of the Kazakh Language* (2011). In the course of the study, it also becomes essential to examine the semantic nature of their root forms, “*kie*” and “*qasiet*”.

In the dictionary, the word “*kie*” is defined as:

- “a property of an object or living being possessing a special mystical power”;
- “in Kazakh belief, the notion that rivers, lakes, forests, mountains, and animals have their own protective spirits or patrons, serving as guardians and benefactors”;
- in a figurative sense, “protector” or “master” [1, p. 18].

Derivative linguistic units formed with the word “*kie*” can be classified into several groups. These include forms created through synthetic word formation, such as “*kiedei*”, “*kieleu*”, and “*kiesiz*”; analytically formed expressions reflecting the transfer of the concept into the everyday cultural sphere, such as “*the sacredness of the table*” (“*dastarkannyn kiesi*”); as well as phraseological units conveying meanings associated with “punishment,” “curse,” “violation of taboo,” and “the effect of a sacred force,” including expressions like “*kiesi atty*”, “*kiesi ketti*”, “*kiesi urdy*”, “*kiesi tusti*”, and “*kiesin tartty*” [1, p. 18].

These data demonstrate that the concept of “*kie*” in the Kazakh language functions not only as an independent lexical unit but also as a complex concept that forms a broad semantic field through various word-formation and phraseological structures.

The word “*kiyeli*” (“sacred”) manifests in the following meanings:

- “possessing *kie* (sacred power),” “a person endowed with *kie*,” “sanctity, divine power”;
- “powerful, sacred”;
- in a figurative sense, “honored, respected, valuable, precious,” “something revered”;
- in a figurative sense, “dear, cherished, special” [1, p. 19].

Based on the above analysis, a number of derivative linguistic units formed from “*kiyeli*” can be identified, including “*kiyelilik*” (“sacredness”) and “*kiyelirek*” (“more sacred”), as well as analytically formed expressions such as “*zholy kiyeli*” (“a sacred path”) and “*kiyeli altyn besik*” (“sacred golden cradle”). Additionally, expressions relevant to this study include “*kiyeli zhanuarlar*” (“sacred animals”), “*kiyeli zherler*” (“sacred places”), “*kiyeli ken*” (“sacred resources”), and “*kiyeli kunder*” (“sacred days”).

The concept of “*kie*” is also present within the semantic field of “*qasiet*” (“virtue, sacred quality”). In the dictionary, it appears as a secondary meaning defined as “an exceptional ability believed to be bestowed upon a person by the Creator, a mystical power, *kie*, sainthood, hidden mystery, divine force.” The analysis of its derivative forms requires consideration of the core semantic component, namely “a distinguishing feature or qualitative characteristic inherent in every object or phenomenon.”

Among various linguistic units, the phraseological expression “*qasiet qondy*” (“sacred quality has descended”) is particularly illustrative. This expression demonstrates that the semantic structure of “*qasiet*” includes the component of “*kie*.” In the Kazakh worldview, the word “*qasietti*” (“holy, sacred”) is not limited to an evaluative meaning; rather, it is a multilayered linguistic unit that is interconnected with the concept of “*kie*” and carries a sacral dimension. Its dictionary meanings include:

- “venerable, respected, highly valued”;
- “saintly, sacred, possessing spiritual power”;
- “divine, revered”;
- “blessed, special, esteemed”;
- “mystical, hidden, enigmatic”;
- “authoritative, honorable, morally strong”;
- “prosperous, благословенный” [2, p. 423].

The primary objective of this study is to identify the semantic field and reveal the linguistic representation of “*kiyeli*” through a comparative analysis with “*qasietti*.” In this regard, priority is given to “*kiyeli*” as the main object of analysis, while “*qasietti*” serves as an auxiliary category that helps clarify the results.

The semantic distinctions between these words become evident through their collocational patterns in the materials of the Kazakh National Corpus (KNC). It is well established that the meaning of a word is determined not only by its isolated definition,

but also by the words it co-occurs with in actual usage and the stability of these combinations. This method allows for both quantitative and qualitative interpretation; therefore, 50 collocations for each of the target words were extracted from the corpus to draw conclusions.

The analysis of the collected data shows that the collocation “*kiyeli kitap*” (“sacred book”) occurs most frequently, indicating the religious foundation of the concept “*kiyeli*.” In addition, the core semantic field of this word can be structured into several models: anthropocentric (“*kiyeli kisi*” – sacred person), spatial (“*kiyeli meken*” – sacred place), and material-natural (“*kiyeli tas*” – sacred stone).

A close semantic layer of the concept “*kiyeli*” is associated with the historical and national space. At the same time, there are usages that reflect semantic expansion and a shift away from its original sacral meaning, such as “*kiyeli sezim*” (“sacred feeling”), “*kiyeli man*” (“sacred meaning”), “*kiyeli kasip*” (“sacred profession”), “*kiyeli ramiz*” (“sacred symbol”), “*kiyeli tosek*”, “*kiyeli ton*”, and “*kiyeli mai*.” In these cases, “sacredness” acquires symbolic, evaluative, and emotional connotations, which allows them to be classified within the peripheral layer of the concept. These patterns also reveal the connection between “*kiyeli*” and the notion of taboo, as well as its opposition to the concept of misfortune or harm (“*kesir*”).

In contrast, the word “*qasietti*” (“holy, sacred”) demonstrates high productivity in collocations with abstract, ideological, and moral concepts and is often used in texts to convey poetic, expressive, and stylistic nuance.

At the lexical level, “*qasietti*” primarily expresses social and ethical evaluation, whereas “*kiyeli*” retains a mythological and sacral meaning. In the concept of “*kiyeli*,” the evaluating force is perceived as a supernatural power beyond human control, which is closely linked to taboo semantics and the notion of misfortune. By contrast, “*qasietti*” is defined through human, social, and moral norms, and its violation results in moral condemnation rather than metaphysical consequences.

A comprehensive linguistic analysis of the concept of “*kiyeli*” (“sacred”) within the framework of different cultures and folk worldviews allows for a deeper understanding of national identity. This concept is not limited to religious or mystical interpretations; rather, it represents a multifaceted category embedded in the historical memory and everyday practices of the people. Since language serves as the primary medium of worldview representation, lexical units such as “*kiyeli*” and “*qasietti*” reflect the ways in which a community perceives the world and assigns value to objects and phenomena. Thus, the study of “sacredness” through linguistic data provides insight into the structure of national consciousness and value systems. Moreover, within traditions, taboos, and belief systems, sacred concepts function as regulators of human behavior and as mechanisms for shaping moral norms. In the Kazakh worldview, “*kiyeli*” operates as a universal category that explains the relationships between humans, nature, and the supernatural, and is closely associated with land, ancestral spirits, and everyday objects.

In the 20th century, one of the first scholars to systematically conceptualize the sacred was Rudolf Otto. He interpreted the sacred as a unique, non-rational experience and described it through the category of the “*Ganz Andere*” (“wholly other”).

According to Otto, the sacred is a numinous phenomenon associated with feelings of human insignificance, mystical fear, and awe. These ideas were further developed by Mircea Eliade, who conceptualized the sacred and the profane as opposing yet interconnected realities and introduced the notion of *hierophany* to explain the manifestation of the sacred in the real world [3].

In Kazakh linguistics, the concept of the sacred has been systematically examined in the works of Q. Gabitkhanuly, where the relationship between mythological worldview and language is analyzed from an ethnolinguistic perspective. The author describes sacred birds, numbers, and other sacral concepts through extensive linguistic data and historical sources. In addition, elements of ancient belief systems such as totemism, animism, fetishism, and magic are reflected in phraseological and lexical units [3].

The classification of sacral vocabulary is further developed in the studies of A. Kerimbaev, who groups lexical items according to mythological and religious worldviews, particularly highlighting terms related to natural elements. Similarly, A. Akhmetov examines the concept of sacredness through taboos and euphemisms, revealing linguistic representations of sacred landscapes, totemic animals, and cult-related notions in a comparative perspective [3].

Thus, the linguistic representation of the sacred reflects a complex system closely connected with a people's worldview, beliefs, and cultural traditions.

The concept of "*kiyelik*" ("sacredness"), which constitutes the focus of this study, is analyzed in the dissertation of Zhuzey Myrzakhmet Amankululy. Drawing on the ideas of Mircea Eliade, the work explains sacrality through the categories of the sacred and the profane. The scholar demonstrates that the sacred is not confined solely to the religious sphere but is also interconnected with everyday life. The author further notes that, in archaic traditions, sacrality functioned both as a marker of *благотворная* and potentially dangerous force, regulated through religious institutions, whereas in Western religious studies it is examined in relation to historical development and the concept of monotheistic time. Sacredness is thus understood as a universal value closely linked to the formation of human culture. Moreover, twentieth-century scholarship recognized sacrality as a supreme value that contributed to the development of modern philosophy and ideology, while national initiatives such as the "*Rukhani Zhangyru*" program and projects on sacred sites are presented as practical examples of the application of these ideas at the socio-cultural level [4].

The study also reveals that, throughout historical and cultural evolution, sacral values formed a coherent system within the worldview of ethnic communities. These values constitute the core of historical consciousness and spiritual life. The author classifies them into several main categories: religious sacredness (Tengrism and Islam), the sacredness of spirits (ancestral spirits, shamanism), the sacredness of the word (language and folklore), the sacredness of blood/bone (kinship system), the sacredness of *kut* (prosperity and blessing), the sacredness of music (*küiy*), and the sacredness of land (homeland) [4].

The scholar Shokan Valikhanov, in his scientific writings, emphasizes the great importance that the Kazakh people attach to the concept of *kie* (sacred power). Among the entities regarded as sacred are:

- certain natural disasters;
- fire;
- particular animals and birds;
- objects essential to nomadic life.

It was believed that showing respect to these sacred entities and observing related rituals would bring prosperity and blessing, whereas disrespect or neglect of them could lead to misfortune and invoke their wrath. Such negative consequences were referred to as *kesir* (harm, affliction) [6, p. 132].

Furthermore, Valikhanov highlights the sacred status of fire in Kazakh culture, noting that it is forbidden to step over or spit into the hearth fire, and describing the ritual practice of “offering fat to the fire.” According to the scholar, unusual natural phenomena and places—such as solitary trees growing in the степь or plants of extraordinary form—were often perceived as sites associated with saints or spiritual presence, and thus considered sacred.

Equally noteworthy is the belief that even everyday objects could possess sacred qualities. For example, the rope used to tether a calf during milking (*zhelin*) was regarded as sacred. It was forbidden to step over objects such as a horse-catching pole (*kurik*), an axe, or a supporting pole (*bakan*), as reflected in the belief: “One who steps over a *bakan* will not prosper; one who steps on an axe will not thrive.” Livestock as a whole were considered sacred, particularly horses with white manes or tails, which were associated with blessing. The swan was revered as the “king of birds” and was not hunted out of fear of its sacred power, while birds such as the owl, eagle owl, woodpecker, roller, and cuckoo were also treated with reverence and not harmed [6, pp. 93–96].

In conclusion of the first section, the theoretical and empirical analyses conducted in this study—based on lexicographic data and the examination of word-formation and phraseological structures—have made it possible to define the semantic fields of the two key concepts. The analysis of collocations extracted from textual data demonstrates that “*kiyeli*” represents a multilayered concept with mythological and sacral content, closely associated with the notions of taboo and misfortune (*kesir*), whereas “*qasietti*” functions as a linguistic unit grounded in social and ethical evaluation.

To ensure a comprehensive understanding of the concept of “*kiyelik*,” the study also includes an extensive review of both international and national scholarship. In particular, the theories of sacrality developed by Rudolf Otto and Mircea Eliade were examined to clarify the role of the concept within contemporary academic discourse. In addition, ethnolinguistic and cultural analyses presented in the works of Q. Gabitkhanuly, A. Kerimbaev, A. Akhmetov, and Zh. M. Amankululy were reviewed.

The purpose of this literature review was to demonstrate that “*kiyelik*” is not merely a religious phenomenon, but a complex category closely interconnected with language, culture, tradition, and worldview. Furthermore, the comparative

consideration of studies from different academic perspectives has made it possible to identify both the universal features of the concept and its specific national characteristics.

References

1. *Dictionary of the Kazakh Literary Language: in 15 volumes. Vol. 8* / comp. by K. Kuderinova, O. Zhubayeva, M. Zholshayeva et al. – Almaty: Arys, 2011. – 744 p.
2. *Dictionary of the Kazakh Literary Language: in 15 volumes. Vol. 9* / comp. by A. Ybyrayym, Zh. Zhanabekova, K. Rysbergenova et al. – Almaty, 2011. – Vol. 9 (K–Q). – 744 p.
3. Alshynbayeva, M. A. *Linguistic Representation of Sacred Concepts (Based on Kazakh and English Materials)*: PhD dissertation. – Karaganda: E. A. Buketov Karaganda University, 2023. – 127 p.
4. Myrzakhmet, Zh. A. *Sacred Values as a Phenomenon of the Spiritual and Material Heritage of Kazakhstan*: PhD dissertation. – Almaty: Al-Farabi Kazakh National University, Institute of Philosophy, Political Science and Religious Studies, 2023.
5. Gabitkhanuly, Q. *Linguistic Representation of Kazakh Mythology*. – Almaty: Arys, 2006. – 168 p.
6. Valikhanov, Sh. *Studies, Scientific Works, Letters*. – Almaty: Aruna Publishing House, 2014. – 560 p.

БАЛА СӨЙЛЕУІНДЕГІ УАҚЫТ ҰҒЫМДАРЫНЫҢ ДАМУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Смагулова Жанаргүл

«Қолданбалы қазақ тіл білімі» мамандығының магистранты
Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті
Алматы

Мұхамеди Құралай Төлегенқызы

Филология ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор
Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті
Алматы

Аңдатпа

Ұсынылған мақалада баланың уақытты түсінуі мен меңгеруіндегі тілдік және когнитивтік даму ерекшеліктері кешенді түрде қарастырылған. Авторлар уақыт категориясын семантикалық және психолингвистикалық тұрғыдан сипаттап, әрекеттердің уақыт шкаласындағы орнын сөйлеу сәтіне қатысты анықтайды. Эксперименттік материал ретінде гүлдің даму сатылары (өскін, бүршік, гүлдеу, солу) қолданылып, балалардың жас ерекшеліктеріне байланысты уақытты қабылдау деңгейлері талданған.

Зерттеу нәтижелері балалардың уақытты түсіну қабілеті біртіндеп дамидынын көрсетеді. Мақалада тілдік маркерлердің пайда болуы мен когнитивтік процестердің өзара байланысы ғылыми тұрғыда негізделген.

Жалпы алғанда, зерттеу балалардың уақыт туралы түсініктерін қалыптастырудағы тілдің рөлін айқын көрсетіп, психолингвистикалық және даму психологиясы тұрғысынан құнды нәтижелер ұсынады.

Кілт сөздер: уақыт ұғымы, уақыт шкаласы, уақыт маркерлері, уақыт үстеулері, шақ категориясы, бала тілі, бала сөйлеуі.

Кіріспе. Бала тілінің дамуы әлемді қабылдау ерекшеліктері мен өз ойын жеткізу барысында қолданатын тілдік элементтердің қорына тікелей тәуелді. Осы салада зерттеу жүргізген бірқатар ғалымдар Ames, Weist, Surakka және т.б. [1; 2; 3] балалардың абстрактілі және күрделі ұғымдарды, яғни уақыт категориясын меңгеру жолдарын қарастырды. Алайда осы күнге дейінгі бала тіліне арналған зерттеулерде уақыт үстеулерінің бала сөйлеуіндегі пайда болу реті мен мағыналық ерекшеліктері, жалпы уақыт ұғымының қалыптасуы біраз қарастырылғанына қарамастан балалардың абстрактілі тілдік құралдарды не себепті қолданатыны толық ашылмады. Бұл мәселе баланың психологиялық, коммуникативті және когнитивтік даму ерекшеліктерін және сөйлеу тілі (ана тілі немесе екінші тіл) мен тәрбиелену ортасын (ересектердің бала тілін дамытуға қосқан үлесі) ескере отырып қарастыруды талап етеді.

Ғылыми негіз. Уақыт концепцияларының қалыптасуына арналған зерттеулер саны шектеулі және негізінен екі бағытқа шоғырланған: балалардың

тілдегі уақытты қабылдауын зерттеу және уақыттық бағдарға байланысты когнитивтік процестерді қарастыру. Психолингвистикалық зерттеушілер оқиға уақыты мен сөйлеу уақытының бөлінуі бала танымында уақыт ұғымының қалыптасып келе жатқанын көрсетеді деп пайымдаған. Сонымен қатар, бала сөйлеуіндегі шақ категориясының қолданылуы олардың шамамен үш жасқа келгенде өткен шақ, осы шақ және келер шақ арасындағы негізгі айырмашылықтарды түсіне бастағанын дәлелдейді және 4-5 жастағы балалардың әлі де шақ арасындағы айырмашылықтарды толық түсінбейтінін анықтады [2].

Бірқатар еңбектерде бала тілінің дамуы 12 ай жас мөлшерінен бастап зерттелді, алайда Weist бойынша темпоралдылық категориясының нақты көрінісі 3 жасқа келгенде (36 ай) толығырақ қалыптасып, бала «кеше», «бүгін», «ертең» сияқты уақытты білдіретін үстеулерді қолдана бастайды [2]. Психологиялық, коммуникативті және когнитивтік даму ерекшеліктеріне байланысты бала уақыт ұғымдарын қолданған кезде грамматикалық бірліктерге сүйенбейді, оның танымында әрекет ету барысындағы эмоциялық көңіл-күйі басымдырақ болады. Сондықтан уақытты өлшеу кезінде елестетуге жеңіл абстрактілі ұғымдар арқылы («кеше», «бүгін», «ертең») лексикалық бірліктерді меңгеру жеңіл болады. Мысалы 3 жастағы бала үшін «келесі аптада», «келесі айда» деген ұғымдардың орнына «ертең» деген ұғымды қолдану әлдеқайда оңай.

Осы тұжырымды зерттеушілер Weist, Surakka да өз еңбектерінде қарастырады [2; 4]. Уақыттық жүйенің концептуалды дамуы балалардың уақыт үстеулерін меңгеруіне негіз болатын маңызды лингвистикалық қабілетті қалыптастырады. Бұл жүйе ең алдымен сөйлеу сәтіне тікелей қатысты үстеулер мен шылауларды қамтиды [2], яғни бала өзі нақты бастан кешірген оқиғаларға байланысты қолданыстарды меңгереді. Осыған сәйкес, сөйлеу сәтін немесе оған жақын өткен сәт пен болашақты сипаттайтын «қазір», «бір сәт бұрын», «бір сәттен кейін» сияқты ұғымдар балалардың дамуында ерте және салыстырмалы түрде дәл қолданылады. Ал «өткен аптада», «болашақта», «келесі айда» сияқты уақыттың алысырақ кезеңдеріне қатысты ұғымдарды балалар кейінірек меңгереді [4].

Сонымен бірге зерттеуші Surakka балалардың синтаксистік қабілеттері ерте қалыптасатынын және жас ерекшелігіне қарай салыстырмалы түрде жоғары деңгейге жететінін көрсетеді. Мысалы, 3-4 жастағы бала: *Ne tuli meille huomenna* – «Олар бізге ертең қонаққа келді» деген сөйлемде «ертең» үстеуі өткен шақтағы етістікпен қолданылған [4]. Әрине, баланың темпоралдылық категориясы туралы толық түсінігі қалыптасқанша бұл жаста «ертең» және «кеше» үстеулерін етістіктің шақтарымен тіркестіріп шатастыра қолдануы үйреншікті жағдай. Зерттеуші балалар ерте жастан бастап сөйлем құрылымында уақыт үстеулерінің белгілі бір синтаксистік позицияға ие екенін түсініп, оны грамматикалық деңгейде меңгере бастағанына назар аударып отыр.

Зерттеу әдістері мен нәтижелері. Бақылау барысында бала тіліндегі уақыт ұғымына қатысты және жалпы грамматикалық тілдік бірліктердің меңгерілуі мен оның қолданылуы балаларға ата-ана немесе тәрбиеші/мұғалім тарапынан

берілетін тілдік үлеспен байланысты. Мысалы, «тамақтан соң», «әке келгенде», «ұйықтағаннан соң», «келесі аптада» және т.б. күрделі құрылымдарды бала алдымен еліктеп ата-анасының артынан қайталайды, кейін үйреншікті деңгейде қолдана бастайды.

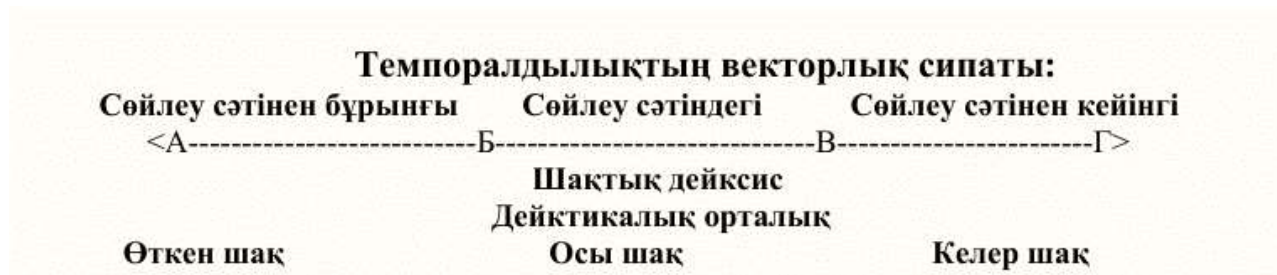
Зерттеуші Tomasello ата-ананың бала сөйлеуінің дамуына ықпалы туралы келесі тұжырымды қарастырады. «Балалар тіл туралы алғашқы түсініктерін естіген құрылымдардың үлгілеріне, олардың түрлеріне және қолданылу жиілігіне сүйене отырып қалыптастырады, сондықтан олардың тілі көбіне қамқоршыларының тілін бейнелейді» [5]. Осыдан барып бала тілінің дамуы олардың жалпы когнитивтік дамуына, әлеуметтік танымның қалыптасуына тәуелді деп айта аламыз.

Тілді меңгеру үдерісіне әртүрлі қосымша факторлар да ықпал етеді. Мысалы, даму кезеңдерінің бастапқы сатыларында балалар сөйлемдерді жеке сөздердің мағынасын талдамай-ақ, белгілі бір дискурстық қызмет атқаратын тұтас құрылымдар ретінде қолданады [5]. Ал зерттеуші Ellis N. эмоционалдық, когнитивтік және мотивациялық факторлардың әсерін, әлеуметтік және жеке тұрғыдан маңызды оқиғалар мен тілдік материалдар жеңіл есте сақталып, тез меңгерілетінін атап өтеді [6]. Бұдан бөлек, тиімділік тұрғысынан балалар күрделі әрі ұзақ құрылымдардан гөрі қысқа сөйлемдерді қолдануды жөн көреді.

Diessel, Tomasello, Goldberg және т.б. авторлар [5; 7; 8] балалардың тілдік дамуы белгілі конструкцияларды біртіндеп меңгеруі арқылы жүретінін байқаған: олар алдымен қарапайым сөздер мен тіркестерді, кейін күрделірек көпсөзді құрылымдарды игереді. Қолдануға негізделген тілдік тәсіл (usage-based approach) тілдің меңгерілуін балалардың нақты тілдік тәжірибесіне, яғни олар естіген және қолданған сөйлемдерге сүйеніп түсіндіреді. Балалар тілдік жүйені абстрактілі ережелер арқылы емес, нақты қолданыстағы (мысалы, «қазір барамын», «мен істеп қойдым») үлгілерді (конструкцияларды) жинақтау арқылы меңгереді. Осы және жоғарыда аталған басқа да әдіс-тәсілдер арқылы бала тілі мен сөйлеуінің даму динамикасын бақылауға болады.

Бала тіліндегі уақыт шкаласы (temporal scale). Ағылшын тілінде уақытты белгілеу және уақытқа қатысты әрекеттердің сипаттарын көрсету үшін аспект, шақ және уақыт үстеулері сияқты құралдар қолданылады [9]. Мысалы, аспект оқиғаның ішкі құрылымын сипаттаса, шақ пен уақыт үстеулері оқиғаның уақыт шкаласындағы орнын анықтайды. Даму психологиясы саласындағы зерттеулер балалардың тілінде уақыт маркерлерінің пайда болуы олардың уақытты түсіну қабілетінің дамып келе жатқанын көрсетеді [2].

Қазақ тіл білімінде зерттеуші А.Ә.Жаңабекова [10] темпоралдылық категориясын зерттеп, темпоралдылықтың векторлық сипатына тоқталады (1-сурет).



1-сурет. Темпоралдылықтың векторлық сипаты

Сурет дереккөзі: Жаңабекова А. Ә. Қазақ тіліндегі «уақыт» ұғымының тілдік парадигмасы [10].

Автор А.Ә. Жаңабекова уақыт категориясын векторлық бағыттылыққа ие семантикалық құрылым ретінде қарастырады [10]. Мұнда сөйлеу сәті негізгі орталық болып алынады, ал әрекеттің уақыттағы орны осы орталыққа қатысты анықталады. Яғни, уақыттық бағдар сөйлеушінің көзқарасына тәуелді және ол грамматикалық шақ формалары арқылы жүзеге асады.

Бала үшін сөйлеу сәті негізгі бағдар болады. Олар «қазір», «бір сәт бұрын», «бір сәттен соң/кейін» сияқты ұғымдарды қолданғанда, оқиғаның уақыттағы орнын дәл осы сөйлеу сәтіне қатысты анықтайды. Бұл бағыттылық олардың уақытты қабылдау деңгейін көрсетеді, себебі жас және психологиялық ерекшелігіне қарай өткен шақты, осы шақты және келер шақты ажырату қабілеті біртіндеп дамиды. Зерттеуші А.Ә.Жаңабекованың уақыттық вектор туралы тұжырымы балалардың сөйлеуінде айқын көрінеді. Бала уақыт маркерлері мен шақ формаларын қолдана отырып, сөйлеу сәтін орталық ретінде алып, оқиғаларды сөйлеу сәтіне қатысты орналастырады.

Мысалы, бақылау барысында Інжумен (3 жас 2 ай/20.02.2026ж.) балабақша туралы әңгімелестік. «Инжу, сен балабақшаға барасың ба?» - деген сұрақта «барасың ба» деген етістіктің грамматикалық категориясын түсініп тұрған жоқ. Әрекетті қазіргі болып жатқан оқиға ретінде қабылдап, «Жоқ, қазір бармаймын» («Зоқ, кәзіл балмаймын») деп жауап берді. Артынан «Қашан барасың?», «Ертең барасың ба?» деген сұрақтарға «екі ұқтаудан соң» деп жауап берді. Әңгімелесу аптаның соңында жұма күні өтті. Бала танымында «жұмыс аптасы», «демалыс күндері» және «апта», «ай», «екі күннен кейін» немесе «дүйсенбіде» сияқты уақыт ұғымдары әлі қалыптаспаған. Анасының «үш ұйықтаудан соң барасың» дегеніне балабақшадағы апайының «екі ұйықтаудан соң» деп айтқанын қайталады («Екі ұқтау. Апай шолай айтты»).

Бұл мысалда уақыт шкаласында екі күн және үш түннен кейін орын алатын әрекет бала танымында «ұйықтау» тәжірибесі арқылы өлшенетінін байқауға болады. Яғни, бала уақытты күнтізбелік немесе абстрактілі өлшемдермен емес, өзінің күнделікті тәжірибесіне жақын әрекеттермен (ұйықтау, ояну) есептейді. Сонымен қатар, оның сөйлеуінде апайының айтқанын қайталау арқылы еліктеу байқалады. Бұл ересектердің сөйлеу үлгілерін қабылдап, өз тәжірибесіне сәйкес қолданану мәселесін қарастыруға негіз бола алады. Сонымен қатар осы

мысалдан бала мен ересектердің уақытты кодтауындағы, яғни берілетін тілдік құрылымдарындағы айырмашылықтарды байқай аламыз.

Зерттеушілер Zhang және Hudson [11] балалардың өткен шақ пен келер шақ арасындағы байланысты қалай түсінетінін арнайы зерттеді. Олар 3-5 жастағы балаларға күйі өзгерген заттардың суреттерін (мысалы, ойылып жасалған асқабақ пен бүтін асқабақ) және сол затқа қатысты әрекетті сипаттайтын сөйлемдерді («Мен асқабақты кеше ойып жасадым» немесе «Мен асқабақты ертең ойып жасаймын») ұсынды. Балаларға уақытқа қатысты сұрақтар қойылды, мысалы: «Бұл қазір қалай көрінеді?». Бұл тапсырма балалардан «кеше» мен «ертеңді» жеке категория ретінде ажыратуды ғана емес, сонымен қатар өткен шақ пен осы шақ, келер шақ пен осы шақ арасындағы уақыттық қатынастарды түсінуді талап етті. Зерттеу нәтижелері бойынша балалар «кеше» туралы сұрақтарға «ертеңге» қарағанда дәлірек жауап бергені анықталды.

Осы бақылау әдісін негізге алып, гүлдің суреті бар карточкаларды пайдаланып, эксперимент жүргіздік. Карточкаларда өскін, гүлдің бүршігі, ашылған әдемі гүл және солған гүл бейнеленген. Экспериментке Инжу (3 жас 2 ай), Ертөре (5 жас 7 ай) және Асия (7 жас 7 ай) қатысты. Инжу балабақшаға, Асия мектепке (2 сынып) барады, Ертөре ешқайда бармайды, тілдік құрылымдар туралы білімін анасының айтқандарынан ғана толықтырып отырады.

Балаларға «Гүл қазір қандай?», «Гүл кеше/бұрын қандай болды?», «Ертең қандай болады?», «Гүл не істейді?» және т.б. ұқсас деңгейге байланысты сұрақтар қойылды. Карточкаларды рет-ретімен орналастыру ұсынылды. Эксперимент барысында 1-кестеде көрсетілген жағдай анықталды.

1-кесте

Бала танымындағы гүлдің уақыт кеңістігіндегі даму кезеңдері

№	Экспериментке қатысушы балалар	Жауаптары	Карточкаларды орналастыру	Түсіну деңгейі
1	Инжу (3 жас 2 ай)	<ul style="list-style-type: none"> - Гүл әдемі. - Гүл өшеді (Гүл өседі) - Әдемі емес (солған гүл туралы). - Шөп, запырақ (өскін туралы). 	Гүлдің бүршігі мен ашылған әдемі гүлді қатар орналастырды. Өскін мен солған гүлдің суретіне қарап, көп ойланды.	Бала танымында «өседі» етістігі бар. Таным әлі қарапайым деңгейде.

2	Ертөре (5 жас 7 ай)	<ul style="list-style-type: none"> - Жапырақ? (өскінге қатысты). - Кеше гүл кішкентай болды. - Мынау әдемі гүл. - Гүл өледі (солады дегені). 	Суреттерді ретімен орналастырды: өскін – гүлдің бүршігі – гүл – солған гүл (соңғы карточкада ойланып қалды)	Уақыттық реттілікті түсінеді, бірақ әлі де нақты уақыт өлшемдерін шатастырады. Өткен шақта болды, келер шақта өледі (солады) ұғымдарын ажырата алды.
3	Асия (7 жас 7 ай)	<ul style="list-style-type: none"> - Алдымен гүл жерден кішкентай болып шығады. - Сосын мынандай болады (көрсетті, бірақ бүршік сөзін айта алмады). - Гүл далада өседі. Жазда гүл көп. Гүл әдемі болып ашылады. - Гүлді жұлып алсаң, су құймасаң, ол солады. 	Барлық карточкаларды дұрыс ретпен орналастырды.	Уақыт кезеңдерін толық түсінеді. Сөйлеуінде логикалық байланыс байқалады.

Бұл экспериментте гүл арқылы векторлық сипаттағы өткен шақ, осы шақ және келер шақ туралы балалардың түсінігі анықталды. Эксперимент нәтижесінде 3 жастағы бала шақ категориясын енді меңгергенін, ал 5 жастағы баланың сөйлеуінде өткен шақ пен келер шақ арқылы уақыт туралы түсінігі қалыптасқанын байқаймыз. 7 жастағы баланың сөйлеуінде мектепте алған білімі

аясында уақыт ұғымдары туралы түсінігі бар екенін, сөйлеуіндегі логикалық байланыстың орын алғанын байқауға болады.

Қорытынды. Зерттеу нәтижелерін қорытындылай келе, балалардың уақыт туралы түсініктерінің қалыптасуы мен дамуы тілдік және когнитивтік процестердің өзара байланысы арқылы жүзеге асатыны анықталды. Негізгі концепция ретінде уақыттың семантикалық категория ретіндегі векторлық сипаттамасы, сөйлеу сәтінің дейктикалық орталық ретінде алынуы және грамматикалық шақ формалары арқылы уақыттық бағдардың жүзеге асуы қарастырылды. Бұл бағыт психолингвистикалық тұрғыда балалардың сөйлеуіндегі уақыт маркерлерінің пайда болуын, ал даму психологиясы тұрғысынан олардың когнитивтік даму сатыларын айқындауға мүмкіндік береді.

Визуалды материалдар мен тілдік тапсырмалар балалардың уақыт туралы түсініктерін айқындауда тиімді құрал болды.

Қолданылған әдістердің ішінде эксперименттік тапсырмалар қарастырылды: гүлдің уақыт кеңістігіндегі даму сатылары (өскін, бүршік, гүлдеу, солу) бейнеленген суреттер мен сөйлемдер/сұрақтар ұсынылып, балалардың жауаптары мен карточкаларды орналастыру тәсілдері талданды. Бұл әдіс балалардың уақыт категориясын қабылдауын нақты әрі көрнекі түрде бағалауға мүмкіндік берді. Нәтиже көрсеткендей, 3 жас шамасында бала танымындағы уақыт маркерлері енді пайда бола бастайды. 5 жас шамасында бала даму сатыларын ретімен орналастыра алады, бірақ уақыт категорияларын шатастыруы мүмкін, ал 7 жас шамасында уақыт кезеңдерін толық түсініп, сөйлеуінде күрделі синтаксистік байланыстарды қолдана бастайды.

Болашақта баланың уақытты қабылдауын мәдени және тілдік факторлармен салыстыру, басқа тілдердегі грамматикалық шақ формаларының когнитивтік дамуға әсерін қарастыру, мектепке дейінгі және бастауыш мектеп кезеңіндегі оқу процесіне уақыт ұғымдары туралы түсініктерінің ықпалын зерттеу, сондай-ақ эмоциялық тәжірибенің (мерекелер, күту, қуаныш) уақытты қабылдаудағы рөлін анықтау жоспарланады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Ames, L. B. (1946). The development of the sense of time in the young child. *Journal of Genetic Psychology* 68 (1), 97–126. <https://doi.org/10.1080/08856559.1946.10533358>
2. Weist, R. M. (1989). Time concepts in language and thought: Filling the Piagetian void from 2 to 5 years. I. Levin, & D. Dakay (Eds.), *Time and human cognition. A life-span perspective* (pp. 63–118). *Advances in psychology* 59. Amsterdam: Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0166-4115\(08\)61039-0](https://doi.org/10.1016/S0166-4115(08)61039-0)
3. Surakka (2019). *Ajan paikka. Ajanilmausten kehityspolkuja lasten kielessä* [A location of time. The development of the expressions of time in children's language]. Publications of the University of Eastern Finland Dissertations in Education, Humanities, and Theology. Joensuu: University of Eastern Finland.
4. Surakka M and Kirjavainen M. To what extent do children's expressions of time actually refer to time? An investigation into the temporal and discursive usages of

temporal adverbs in family interaction // *Journal of Child Language*. – 2025. – Т. 52. – № 3. – С. 498–531. – DOI: 10.1017/S0305000924000114.

5. Tomasello, M. (2003). *Constructing a language. Usage-based approach to language acquisition*. Cambridge: Harvard University Press.

6. Ellis, N. C. (2017). Saliency in Language Usage, Learning, and Change. In M. Hundt, S. Pfenninger, & S. Mollin (Eds.), *The changing English language. The Psycholinguistic Perspectives* (pp. 71–92). Cambridge, UK: Cambridge University Press.

7. Diessel, H. (2013). Construction Grammar and First Language Acquisition. In T. Hoffmann, & G. Trousdale (Eds.), *The Oxford Handbook of Construction Grammar* (pp. 327–345). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780195396683.013.0019>

8. Goldberg, A. (2019). *Explain me this: creativity, competition, and the partial productivity of constructions*. Princeton: Princeton University Press. <https://doi.org/10.1017/S0332586520000049>

9. Shirai Y., Andersen R. W. The Acquisition of Tense-Aspect Morphology: A Prototype Account // *Language*. – 1995. – Vol. 71, No. 4. – P. 743–762. – DOI: <https://doi.org/10.2307/415743>.

10. Жаңабекова А. Ә. Қазақ тіліндегі «уақыт» ұғымының тілдік парадигмасы, 2010.

11. Zhang M., Hudson J. A. The Development of Temporal Concepts: Linguistic Factors and Cognitive Processes // *Frontiers in Psychology*. 2018. (9).

LEAN MANAGEMENT AS A DRIVER OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND RESPONSIBLE CONSUMPTION PATTERNS

Tymoshenko Karyna,

Ph.D. in Economics, Associate Professor
Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics

Butenko Daria,

Ph.D. in Economics, Associate Professor
Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics

The transition toward sustainable development is increasingly challenged by the intensification of global consumption and production systems, which exert significant pressure on natural resources and the environment. According to the United Nations, “unsustainable patterns of consumption and production are the root cause of the triple planetary crisis of climate change, biodiversity loss and pollution” [1]. This highlights the systemic nature of the problem, where both production inefficiencies and consumption behaviors jointly contribute to environmental degradation.

At the same time, global economic development continues to rely heavily on resource-intensive models. The Organisation for Economic Co-operation and Development notes that “global materials use is projected to more than double by 2060” [2], reflecting the persistence of linear economic systems and increasing demand pressures. Such trends indicate that current economic models remain incompatible with long-term sustainability goals.

From the production perspective, inefficiencies are deeply embedded in operational systems. Classical lean management research emphasizes that a significant share of activities within organizations does not create value. As noted by Womack and Jones, “lean thinking... provides a way to specify value, line up value-creating actions... and eliminate waste” [3]. Despite the availability of such approaches, many enterprises continue to operate with high levels of overproduction, excess inventory, and resource losses, which not only reduce economic efficiency but also intensify environmental pressures.

Simultaneously, consumption patterns remain insufficiently aligned with sustainability principles. According to the United Nations Environment Programme, “if the global population reaches 9.6 billion by 2050, the equivalent of almost three planets could be required to sustain current lifestyles” [4]. This underscores the urgency of transforming not only production systems but also consumer behavior.

The issue of sustainable development is gaining increasing relevance in Ukraine, particularly under conditions of economic transformation, post-crisis recovery, and European integration. The alignment of national economic policies with European sustainability standards requires enterprises to adopt new approaches to resource management, environmental responsibility, and production efficiency. In this regard,

the transition toward sustainable consumption and production is not only an environmental necessity but also a strategic prerequisite for enhancing competitiveness in international markets.

Ukrainian researchers emphasize that the transition to sustainable consumption requires systemic changes in both business practices and consumer awareness, as well as the implementation of resource-efficient management approaches [7]. In particular, the adoption of circular economy principles is considered a key direction for achieving sustainable development goals, as it enables the reduction of resource dependency, minimization of waste, and strengthening of business resilience under conditions of increasing economic uncertainty.

The study is based on a combination of general scientific and specialized research methods, which made it possible to comprehensively analyze the role of lean management in ensuring sustainable development and shaping responsible consumption patterns.

The theoretical basis of the research is formed through the method of scientific abstraction and generalization, which allowed the identification of key relationships between lean management principles and sustainability concepts. This approach is grounded in the understanding that lean thinking focuses on value creation and waste elimination, thereby contributing to resource efficiency and process optimization [3].

The methods of comparative analysis and systematization were applied to examine international and national approaches to sustainable development, including reports from international organizations such as the United Nations and OECD, which emphasize the need for transforming production and consumption systems [1; 2]. This made it possible to identify the limitations of traditional linear economic models and justify the relevance of lean approaches in addressing sustainability challenges.

A structural-logical method was used to build a conceptual framework that integrates lean management tools with sustainable development principles and responsible consumption patterns. In particular, the study considers the interconnection between production efficiency, environmental impact, and market behavior, which aligns with the broader transition toward circular economy models [7].

In addition, elements of content analysis were applied to scientific publications and analytical reports, allowing the identification of key trends in the development of lean management and its application in the context of sustainability. The use of this method ensured the reliability of conclusions and their consistency with contemporary scientific discourse. To further develop the theoretical understanding of the identified relationships, a conceptual framework of lean management in the context of sustainable development is proposed.

To better understand the systemic role of lean management in sustainable development, it is important to conceptualize the relationships between production processes, environmental outcomes, and consumption patterns.

The proposed framework is based on the assumption that lean management acts as a connecting mechanism between operational efficiency and sustainability outcomes. At the core of this framework lies the elimination of waste (*muda*), which directly influences resource utilization and process optimization.

At the production level, lean tools such as value stream mapping and continuous improvement practices reduce inefficiencies and minimize resource losses. These changes lead to measurable environmental effects, including lower emissions, reduced material consumption, and decreased waste generation.

At the environmental level, the reduction of unnecessary production activities contributes to lowering the overall ecological footprint of enterprises. This aligns with global sustainability priorities, particularly in the context of resource scarcity and climate change.

At the consumption level, lean management indirectly influences consumer behavior by aligning production with actual demand. The implementation of pull systems reduces overproduction and limits the availability of excess goods, thereby encouraging more rational consumption patterns.

Thus, the conceptual framework demonstrates that lean management operates as an integrative system linking efficiency, environmental sustainability, and responsible consumption.

The obtained results indicate that lean management functions as a multi-level mechanism influencing production efficiency, environmental sustainability, and consumption behavior. The systematization of these effects allows identifying the key directions through which lean principles contribute to sustainable development.

To systematize the identified relationships between lean management, sustainable development, and consumption patterns, the key results are summarized in table 1.

Table 1.
Multi-Level Impact of Lean Management on Sustainable Development and Responsible Consumption Patterns

Level of Impact	Lean Tools	Sustainability Effects	Impact on Consumption Patterns
Operational	Value Stream Mapping, Just-in-Time (JIT), Kaizen	Reduction of material, energy, and time losses; increased resource efficiency	Optimization of production volumes according to actual demand
Environmental	Waste elimination, process standardization, continuous improvement	Reduction of waste, emissions, and overproduction; lower environmental impact	Decrease in excessive consumption and resource use
Market	Pull systems, customer value orientation	Alignment of supply with real demand; improved efficiency of value creation	Formation of rational and responsible consumption behavior
Strategic	Integration with circular economy principles	Support of sustainable development goals (SDGs); enhanced resource efficiency and circularity	Transition toward sustainable consumption patterns

The results presented in Table 1 confirm that lean management operates as a systemic mechanism influencing both internal business processes and broader sustainability outcomes. At the operational level, the elimination of non-value-added activities leads to improved productivity and more efficient use of resources, which corresponds to the fundamental principles of lean thinking [3].

From an environmental perspective, lean practices contribute to reducing emissions, minimizing waste generation, and preventing overproduction. These effects are particularly significant in the context of increasing global resource demand and the growing need to transition toward more sustainable economic models [2].

At the market level, the implementation of pull-based systems allows enterprises to align production with actual demand, thereby reducing excess inventory and avoiding artificial stimulation of consumption. This contributes to the formation of more rational consumption patterns and supports the transition toward sustainable consumption.

At the strategic level, the integration of lean management with sustainability-oriented approaches creates the basis for long-term competitiveness. Enterprises that adopt lean principles are better positioned to respond to environmental challenges, regulatory changes, and evolving consumer expectations [1].

The findings indicate that lean management should be interpreted not merely as an operational efficiency tool but as a systemic approach capable of supporting the transition toward sustainable development. Unlike traditional efficiency-oriented models, lean management integrates economic, environmental, and behavioral dimensions, thereby aligning closely with the principles of sustainability.

The analysis confirms that the elimination of waste in lean systems extends beyond production inefficiencies and includes the reduction of environmental externalities. In this context, lean management contributes to decreasing the ecological footprint of enterprises, which is consistent with global sustainability objectives.

At the same time, the study demonstrates that the transformation of consumption patterns is closely linked to production models. The shift toward demand-driven production reduces the prevalence of overproduction and limits the availability of excess goods, thereby indirectly influencing consumer behavior. This confirms the interdependence between supply-side efficiency and demand-side rationality.

The role of lean management can also be analyzed through its contribution to the achievement of the Sustainable Development Goals (SDGs). In particular, lean principles are directly aligned with SDG 12 (Responsible Consumption and Production), as they promote efficient resource use and waste reduction.

Additionally, lean management contributes to SDG 9 (Industry, Innovation and Infrastructure) by enhancing production efficiency and supporting innovation in business processes. The reduction of environmental impact also supports SDG 13 (Climate Action), as lean practices contribute to lowering emissions and energy consumption.

This alignment indicates that lean management can be considered a practical instrument for implementing sustainability goals at the enterprise level, bridging the gap between global policy frameworks and business practices.

Despite the significant potential of lean management in supporting sustainable development, several barriers limit its effective implementation.

One of the key challenges is resistance to organizational change, as the adoption of lean principles requires a transformation of corporate culture and management practices. Many enterprises lack the necessary competencies and experience to implement lean tools systematically.

Another limitation is the short-term orientation of businesses, which often prioritize immediate financial results over long-term sustainability outcomes. This creates a mismatch between lean implementation and strategic sustainability goals.

In addition, the integration of lean management with environmental and circular economy practices requires additional investments and institutional support. Without appropriate regulatory incentives, companies may be reluctant to adopt such approaches.

These challenges indicate that the effective implementation of lean-based sustainability requires a comprehensive approach that combines organizational transformation, economic incentives, and supportive policy frameworks.

Furthermore, the integration of lean management with circular economy principles enhances its impact on sustainability. While lean focuses on efficiency and waste reduction, circular economy approaches extend this logic by promoting resource circulation and extending product life cycles [7]. The combination of these approaches creates a more comprehensive framework for achieving sustainable development.

The results of the study have practical significance for different stakeholder groups.

For businesses, the integration of lean management with sustainability strategies enables the reduction of costs, optimization of resource use, and strengthening of competitive positions. The implementation of lean tools allows companies to increase operational flexibility and adapt to changing market conditions.

For policymakers, the findings highlight the importance of supporting the transition toward sustainable production models through regulatory frameworks, incentives, and alignment with international sustainability standards.

For consumers, the development of lean-based production systems contributes to more transparent and rational market offerings, which can foster responsible consumption behavior and reduce unnecessary demand.

The study develops a comprehensive approach to understanding lean management as a driver of sustainable development and responsible consumption patterns. The results demonstrate the multi-level impact of lean principles, which simultaneously influence production processes, environmental outcomes, and consumption behavior.

Particular attention is given to the integration of lean management with circular economy concepts, which expands the traditional interpretation of lean beyond operational efficiency and positions it as a strategic tool for sustainability transformation.

Lean management represents an effective mechanism for supporting the transition toward sustainable development and responsible consumption patterns. Its focus on waste elimination, resource efficiency, and continuous improvement allows enterprises to simultaneously achieve economic and environmental objectives.

The study confirms that the implementation of lean principles contributes to reducing environmental impacts, improving production efficiency, and shaping more rational consumption behavior. The integration of lean management with sustainability-oriented approaches enhances its strategic significance and creates new opportunities for long-term development.

Thus, lean management should be considered not only as a tool for operational optimization but as a key component of a broader transformation toward sustainable economic systems.

References:

1. United Nations. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. New York: United Nations, 2015. URL: <https://sdgs.un.org/2030agenda>
2. United Nations Environment Programme. Sustainable Consumption and Production: A Handbook for Policymakers. Paris: UNEP, 2015. URL: <https://www.unep.org/resources/report/sustainable-consumption-and-production-handbook-policymakers>
3. Organisation for Economic Co-operation and Development. Global Material Resources Outlook to 2060: Economic Drivers and Environmental Consequences. Paris: OECD Publishing, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264307452-en>
4. Womack J. P., Jones D. T. Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation. New York: Free Press, 2003. 396 p.
5. Ohno T. Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production. Portland: Productivity Press, 1988. 176 p.
6. Geissdoerfer M., Savaget P., Bocken N. M. P., Hultink E. J. The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*. 2017. Vol. 143. P. 757–768. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
7. Бутенко Д. С., Тимошенко К. В. Циркулярна економіка як стратегія досягнення цілей сталого розвитку в контексті існуючих викликів та бізнес-практик [Електронний ресурс] // *Ефективна економіка*. 2025. № 10. URL: <https://nauka.com.ua/index.php/ee/article/view/7813>

ОСОБЛИВОСТІ РЕАБІЛІТАЦІЇ СПОРТИВНИХ ТРАВМ НА ПРИКЛАДІ ПОШКОДЖЕННЯ ПЕРЕДНЬОЇ ХРЕСТОПОДІБНОЇ ЗВ'ЯЗКИ КОЛІННОГО СУГЛОБА

Петрук Ігор,

старший викладач кафедри здоров'я людини та фізичної терапії;
Приватний вищий навчальний заклад
«Міжнародний економіко-гуманітарний університет
імені академіка Степана Дем'янчука»;
лікар спортивної медицини

Сірман Олена

кандидат педагогічних наук;
завідувач кафедри здоров'я людини та фізичної терапії
Приватний вищий навчальний заклад
«Міжнародний економіко-гуманітарний університет
імені академіка Степана Дем'янчука»

Оксана Боровець

кандидат біологічних наук;
доцент кафедри здоров'я людини та фізичної терапії;
Приватний вищий навчальний заклад
«Міжнародний економіко-гуманітарний університет
імені академіка Степана Дем'янчука»

Актуальність.

На сучасному етапі розвиток спортивної сфери супроводжується зростанням обсягу та інтенсивності фізичних навантажень, що, у свою чергу, призводить до збільшення частоти спортивних травм і їх віддалених наслідків після повернення спортсменів до активної професійної діяльності.

Пошкодження передньої хрестоподібної зв'язки колінного суглоба є однією з найбільш поширених травм, яка не лише обмежує фізичну працездатність спортсменів, але й підвищує ризик повторних ушкоджень і неповного відновлення [1].

Попри значну кількість наукових досліджень, залишається актуальною проблема невідповідності між клінічним відновленням суглоба та повноцінним відновленням функціональних можливостей, необхідних для конкретного виду спорту. Традиційні підходи здебільшого орієнтуються на загальні показники - амплітуду рухів, м'язову силу та стабільність, - і недостатньо враховують складні функціональні вимоги до спортсменів, зокрема динамічну стабільність при різкій зміні напрямку, виконанні стрибків, ударів чи кидків м'яча, а також рівень нейром'язового контролю.

Мета дослідження.

Обґрунтувати ефективність комплексної програми фізичної терапії для спортсменів після ушкодження передньої хрестоподібної зв'язки колінного суглоба, спрямованої на оптимізацію процесу відновлення та забезпечення безпечного повернення до тренувальної і змагальної діяльності.

Матеріали та методи.

У дослідженні застосовано аналіз і узагальнення науково-методичних джерел, гоніометричні вимірювання, мануальне м'язове тестування, Y-Balance тест, оцінювання болю за візуально-аналоговою шкалою, а також методи статистичної обробки результатів для підтвердження їх достовірності. Дослідження проводилося у 2024-2025 рр. на базі Польсько-Українського Адаптаційного Центру Міжнародного економіко-гуманітарного університету імені академіка Степана Дем'янчука.

Результати та обговорення.

Порівняльний аналіз результатів після впровадження програми фізичної терапії в експериментальній та контрольній групах продемонстрував більш виражене покращення показників у спортсменів експериментальної групи за всіма досліджуваними параметрами відносно вихідного рівня (табл.1).

Таблиця 1.

Динаміка клініко-функціональних показників стану колінного суглоба в досліджуваних групах (M±SD)

Показник	Група	Початок	Кінець	P
Біль (ВАШ, 0-10)	ЕГ(n=5)	4.6 ± 1.2	0.9 ± 0.7	<0.001
	КГ(n=5)	4.7 ± 0.3	1.5 ± 0.8	<0.001
Амплітуда згинання (°)	ЕГ	95.4 ± 8.4	137.2 ± 4.0	<0.001
	КГ	94.3 ± 9.3	132.4 ± 6.6	<0.001
Передньо-задня слабкість (мм КТ-2000)	ЕГ	4.7 ± 1.1	1.8 ± 0.8	<0.001
	КГ	5.0 ± 1.2	2.5 ± 1.1	<0.001

Результати ізокінетичного тестування засвідчили достовірне збільшення сили квадрицепса. Водночас учасники експериментальної групи досягли критерію LSL ≥90% в середньому на 16-тижні програми фізичної терапії, тоді як у контрольній групі лише на 23 тижні.

За результатами Y-Balanced Test спортсмени експериментальної групи продемонстрували статистично значуще кращі показники, що вказує на більш високий рівень нейром'язового контролю та стабільності – ключових факторів профілактики повторних травм у ігрових видах спорту. Ймовірно, цьому сприяло раннє застосування вправ на нестабільних платформах, що покращує відновлення пропріоцепції.

Окремої уваги заслуговує різниця показників за шкалою ASL-RSI. Це може свідчити про те, що поступова інтеграція елементів спортивної гри до програми

експериментальної групи виконувало функцію „експозиційної терапії”, сприяючи зменшенню страху повторного травмування. Урахування психологічних аспектів значно підвищило ефективність програми фізичної терапії [2, 3].

Висновки.

Основними принципами побудови запропонованої програми фізичної терапії після реконструкції передньої хрестоподібної зв'язки є критеріально-орієнтована прогресивність, рання та поступова нейром'язова активація, а також інтеграція вправ, специфічних для конкретного виду спорту.

Розроблена комплексна програма продемонструвала статистично вищу ефективність порівняно з традиційними підходами у відновленні спортсменів після реконструкції передньої хрестоподібної зв'язки.

Практична цінність отриманих результатів полягає у можливості їх впровадження в діяльність реабілітаційних центрів і закладів спортивної медицини.

Список літератури:

1. Ardern, C. L., Ekås, G. R., Grindem, H., et al. (2024). 2024 International Olympic Committee consensus statement on the identification and management of athletes returning to sport after anterior cruciate ligament injury. *British Journal of Sports Medicine*, 58(15), 854–871. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2024-108405>
2. Петрук І.Д., Сніжко Ю.А. Психофізичні аспекти повернення до активної спортивної діяльності. *Науковий часопис НПУ ім. М.П. Драгоманова*. 2023. № 8 (168). С. 127–131.
3. Barber-Westin SD, Noyes FR. Factors used to determine return to unrestricted sports activities after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2011. № 27 (12). P. 697-705.

ФУНКЦІЇ РОЗПОДІЛУ ВІРОГІДНОСТЕЙ ЗМІШАНИХ ЗАКОНІВ І ЇХ ВИКОРИСТАННЯ

Алексейчук Богдан Михайлович

аспірант

Одеський Національний Морський Університет

Забезпечення навігаційної безаварійності плавання судна в стислих водах потребують визначення його позиції, для чого проводяться обсервації із використанням ліній положення (ЛП) судна, по яким розраховуються координати, причому вважається, що випадкові похибки ЛП розподілені по нормальному закону.

Однак останнім часом з'явилися публікації, які стверджують наявність випадкових похибок вимірювань навігаційних параметрів, закон розподілу яких відмінний від нормального закону.

Результати обробки статистичних матеріалів похибок вимірювань приведено в роботах [1,2], аналіз який показав, що їх розподіл вірогідності не відповідає нормальному закону.

Робота [3] присвячена аналізу даних по точності визначення місця судна за допомогою супутникової навігаційної системи, який спрощує припущення про розподіл похибок вимірювання широти та довготи за нормальним законом, що потребує використання інших законів розподілу.

В роботі [4] показана можливість розподілу похибок за змішаними законами та приведено вирази щільності розподілу вірогідності навігаційних похибок змішаних законів першого і другого типу, які відповідно мають наступний вигляд (1) і (2):

$$f_1(x) = \frac{2^n \alpha^{n+\frac{1}{2}} n!}{\sqrt{2\pi} 1 \cdot 3 \cdot \dots \cdot (2n-1)} \frac{1}{(x^2/2 + \alpha)^{n+1}}, \quad (n \leq 6) \quad (1)$$

$$f_2(x) = \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot (2n+1) \alpha^{n+1}}{\sqrt{2} 2^{n+1} n!} \frac{1}{(x^2/2 + \alpha)^{n+1,5}}, \quad (n \leq 5) \quad (2)$$

де α - масштабний параметр;

n - істотний параметр.

Важливо, що щільності розподілу вірогідності навігаційних похибок змішаних законів виражаються в елементарних функціях, що необхідно для розробки аналітичного апарату методу максимальної правдоподібності [5]. Однак не менш важливо мати явний вид функції розподілу змішаних законів, тобто їх виразів в елементарних функціях, - це обумовлено потребою застосування функцій розподілу $F(x)$ при перевірці статистичних гіпотез розподілу навігаційних похибок. В цьому разі необхідно розраховувати значення

$F(x)$ на межах розрядів гістограми випадкової похибки для визначення критерію згоди χ^2 – Пірсона.

Покажемо, що функції розподілу $F(x)$ змішаних законів виражаються в елементарних функціях. Взагалі функція розподілу закону являється інтегральною характеристикою і має наступний вираз:

$$F(x) = \int_{-\infty}^x f(\xi) d\xi.$$

Тому функція розподілу змішаного закону першого типу виражається наступним чином:

$$F_{kn}(x) = \frac{2^n \alpha^{n+\frac{1}{2}} n!}{\sqrt{2\pi} \cdot 1 \cdot 3 \cdot (2n-1)} \int_{-\infty}^x \frac{d\xi}{\left(\frac{\xi^2}{2} + \alpha\right)^{n+1}}.$$

Знайдемо рішення приведенного виразу, для чого замінимо змінну: $y = \frac{\xi}{\sqrt{2}}$, $d\xi = \sqrt{2} dy$ і одержимо:

$$F_{kn}(x) = \frac{2^n \alpha^{n+\frac{1}{2}} n!}{\sqrt{2\pi} \cdot 1 \cdot 3 \cdot (2n-1)} \int_{-\infty}^{\frac{x}{\sqrt{2}}} \frac{dy}{(y^2 + \alpha)^{n+1}}.$$

Даний інтеграл має відоме рішення за допомогою рекурентної формули [5]:

$$F_{kn}(x) = \left\{ \sum_{i=1}^n \frac{2^{n-i} \alpha^{(n-i)+\frac{1}{2}} (n-i)!}{\pi \cdot 1 \cdot 3 \cdot [2n - (2i-1)]} \frac{y}{(y^2 + \alpha)^{n+1-i}} \right\} \Bigg|_{-\infty}^{\frac{x}{\sqrt{2}}} + \frac{\sqrt{\alpha}}{\pi} \int_{-\infty}^{\frac{x}{\sqrt{2}}} \frac{dy}{(y^2 + \alpha)}.$$

Підставляючи межі інтегрування, одержимо функцію розподілу:

$$F_{kn}(x) = \frac{1}{2} + \frac{1}{\pi} \operatorname{arctg} \frac{x}{\sqrt{2\alpha}} + \sum_{i=1}^n \frac{2^{n-i} \alpha^{(n-i)+\frac{1}{2}} (n-i)!}{\sqrt{2\pi} \cdot 1 \cdot 3 \cdot [2n - (2i-1)]} \frac{x}{\left(\frac{x^2}{2} + \alpha\right)^{n+1-i}}. \quad (n \leq 6) \quad (3)$$

Змішаний закон розподілу першого типу використовується для істотного параметра $n \leq 6$, тому в табл. 1 приведені аналітичні вирази функції розподілу $F_{k1}(x) \dots F_{k6}(x)$.

У приведених виразах для функцій розподілу приймається вираз:

$$F_k(x) = \frac{1}{2} + \frac{1}{\pi} \operatorname{arctg} \frac{x}{\sqrt{2\alpha}}.$$

Таблиця 1

Функції розподілу змішаного закону першого типу

$F_{kn}(x)$	Аналітичні вирази
$F_{k1}(x)$	$F_k(x) + \frac{\frac{1}{\alpha^2} x}{\sqrt{2\pi}(x^2/2 + \alpha)}$
$F_{k2}(x)$	$F_{k1}(x) + \frac{\frac{3}{2\alpha^2} x}{3\sqrt{2\pi}(x^2/2 + \alpha)^2}$
$F_{k3}(x)$	$F_{k2}(x) + \frac{\frac{5}{8\alpha^2} x}{15\sqrt{2\pi}(x^2/2 + \alpha)^3}$
$F_{k4}(x)$	$F_{k3}(x) + \frac{\frac{7}{48\alpha^2} x}{105\sqrt{2\pi}(x^2/2 + \alpha)^4}$
$F_{k5}(x)$	$F_{k4}(x) + \frac{\frac{9}{384\alpha^2} x}{945\sqrt{2\pi}(x^2/2 + \alpha)^5}$
$F_{k6}(x)$	$F_{k5}(x) + \frac{\frac{11}{3840\alpha^2} x}{10395\sqrt{2\pi}(x^2/2 + \alpha)^6}$

Аналогічно знаходиться функція розподілу $F_{Pn}(x)$ для змішаного закону розподілу другого типу:

$$F_{Pn}(x) = 1 - 2^n \cdot 1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot (2n+1) \left\{ \sum_{j=0}^n \frac{(-1)^j}{j!(n-j)!(n+1+j)} \frac{\alpha^{n+1+j}}{(x^2 + 2\alpha + x\sqrt{x^2 + 2\alpha})^{n+1+j}} \right\}. \quad (4)$$

Оскільки змішаний закон розподілу другого типу застосовний для істотного параметра $n \leq 5$, то в табл. 2 приведені аналітичні вирази функції розподілу $F_{P1}(x) \dots F_{P5}(x)$.

У приведених виразах прийняте позначення:

$$z = x^2 + 2\alpha + x\sqrt{x^2 + 2\alpha}.$$

Таблиця 2

Функції розподілу змішаного закону другого типу

$F_{Pn}(x)$	Аналітичні вирази
$F_{P1}(x)$	$1 - \left[\frac{3\alpha^2}{z^2} - \frac{2\alpha^3}{z^3} \right]$
$F_{P2}(x)$	$1 - \left[\frac{10\alpha^3}{z^3} - \frac{15\alpha^4}{z^4} + \frac{6\alpha^5}{z^5} \right]$
$F_{P3}(x)$	$1 - \left[\frac{35\alpha^4}{z^4} - \frac{84\alpha^5}{z^5} + \frac{70\alpha^6}{z^6} - \frac{20\alpha^7}{z^7} \right]$
$F_{P4}(x)$	$1 - \left[\frac{126\alpha^5}{z^5} - \frac{420\alpha^6}{z^6} + \frac{540\alpha^7}{z^7} - \frac{315\alpha^8}{z^8} + \frac{70\alpha^9}{z^9} \right]$
$F_{P5}(x)$	$1 - \left[\frac{462\alpha^6}{z^6} - \frac{1980\alpha^7}{z^7} + \frac{3465\alpha^8}{z^8} - \frac{3080\alpha^9}{z^9} + \frac{1386\alpha^{10}}{z^{10}} - \frac{252\alpha^{11}}{z^{11}} \right]$

Для перевірки правильності одержаних виразів функції розподілу змішаних законів обох типів за допомогою чисельного інтегрування методом Сімпсона розраховувалися значення:

$$F_{ik,P}(x, \alpha, n) = \int_{-\infty}^x f_{1,2}(\xi, \alpha, n) d\xi$$

для заданих значень x і для цих же значень розраховуються значення функцій розподілу $F_{kn}(x)$ і $F_{Pn}(x)$ по формулах (3) і (4). Значення $F_{ik}(x, \alpha, n)$ порівнюються з $F_{kn}(x)$, і $F_{iP}(x, \alpha, n)$ з $F_{Pn}(x)$, на підставі чого робиться висновок про коректність виразів для функцій розподілу $F_{kn}(x)$ і $F_{Pn}(x)$. Результати розрахунків представлені на рис. 1 і рис. 2.

Для змішаного закону першого типу для $n=1\dots 6$ розраховані значення функції розподілу $F_{ik}(x, \alpha, n)$, які представлені на верхньому рядку кожного значення n в межах від 0 до 6 с.к.в. (рис. 1). У нижньому рядку кожного значення n розраховані значення $F_{kn}(x)$ по формулі (3). Причому приведені значення слід помножити на 10^{-4} .

Для $n=1\dots 5$ на рис. 2 представлені результати розрахунку для змішаного закону другого типу по формулі (4).

Аналіз таблиць на рис. 1 і рис. 2 показує, що результати чисельного інтегрування практично співпадають з результатами розрахунку відповідних функцій розподілу. Дана обставина підтверджує коректність одержаних виразів для функцій розподілу змішаних законів розподілу обох типів.

ЗМІШАНИЙ ЗАКОН РОЗПОДІЛУ ПЕРШОГО ТИПУ																
n	0	0,4	0,8	1,2	1,6	2	2,4	2,8	3,2	3,6	4	4,4	4,8	5,2	5,6	6
1	5005	5690	6348	6922	7479	7931	8289	8600	8863	9064	9226	9356	9456	9545	9611	9671
	5000	5690	6348	6950	7479	7931	8306	8614	8863	9064	9226	9356	9460	9545	9614	9671
2	5007	5916	6771	7483	8133	8618	8971	9248	9459	9604	9707	9782	9834	9876	9904	9927
	5000	5916	6771	7517	8133	8618	8987	9260	9459	9604	9707	9782	9837	9876	9905	9927
3	5009	6095	7093	7890	8572	9042	9354	9577	9730	9823	9883	9922	9946	9964	9975	9982
	5000	6095	7093	7927	8572	9042	9368	9586	9730	9823	9883	9922	9947	9964	9975	9982
4	5010	6247	7357	8206	8888	9321	9585	9756	9861	9918	9952	9971	9982	9989	9993	9995
	5000	6247	7357	8244	8888	9321	9596	9762	9861	9918	9952	9971	9982	9989	9993	9995
5	5011	6380	7581	8460	9124	9513	9729	9857	9927	9962	9980	9989	9994	9996	9998	9998
	5000	6380	7581	8499	9124	9513	9738	9861	9927	9962	9980	9989	9994	9996	9998	9998
6	5012	6500	7775	8669	9304	9647	9821	9915	9961	9982	9991	9995	9997	9999	9999	9999
	5000	6500	7775	8708	9304	9647	9828	9918	9961	9982	9991	9995	9998	9999	9999	9999

Рис. 1. Перевірка функції розподілу змішаного закону першого типу
Власна розробка автора

В якості приладу застосування функцій розподілу при вирівнюванні статистичних рядів розглянемо вибірку похибок вимірювання дистанції радіолокаційною станцією. Вибірка формувалася 24 години і містить 210 похибок. Середнє квадратичне відхилення похибки склало 4,44 м.

Була проведена перевірка гіпотез розподілу похибки за змішаним законом першого типу з істотними параметрами $n = 1$ і $n = 3$. Для першого випадку $n = 1$ розрахунок функції розподілу проводився по формулі:

ЗМІШАНИЙ ЗАКОН РОЗПОДІЛУ ДРУГОГО ТИПУ																
n	0	0,4	0,8	1,2	1,6	2	2,4	2,8	3,2	3,6	4	4,4	4,8	5,2	5,6	6
1	5006	5811	6576	7228	7843	8320	8683	8982	9223	9397	9529	9629	9703	9765	9809	9847
	5000	5811	6576	7260	7843	8320	8700	8995	9223	9397	9529	9629	9706	9765	9811	9847
2	5008	6010	6941	7700	8372	8853	9188	9439	9619	9736	9816	9870	9906	9934	9951	9965
	5000	6010	6941	7736	8372	8853	9202	9449	9619	9736	9816	9870	9908	9934	9952	9965
3	5009	6174	7231	8057	8742	9195	9483	9680	9807	9880	9925	9953	9969	9980	9987	9991
	5000	6174	7231	8095	8742	9195	9496	9687	9807	9880	9925	9953	9970	9980	9987	9991
4	5011	6315	7473	8339	9014	9426	9665	9813	9900	9944	9969	9982	9989	9994	9996	9997
	5000	6315	7473	8378	9014	9426	9675	9819	9900	9944	9969	9982	9990	9994	9996	9997
5	5012	6441	7681	8569	9220	9586	9780	9890	9947	9973	9987	9993	9996	9998	9999	9999
	5000	6441	7681	8608	9220	9586	9788	9894	9947	9973	9987	9993	9996	9998	9999	9999

ПЕРЕВІРКА

Змішаний 1-го типу

Змішаний 2-го типу

Рис. 2. Перевірка функції розподілу змішаного закону другого типу
Власна розробка автора

$$F_{k1}(x) = \frac{1}{2} + \frac{1}{\pi} \operatorname{arctg} \frac{x}{\sqrt{2\alpha}} + \frac{\alpha^{\frac{1}{2}} x}{\sqrt{2\pi}(x^2/2 + \alpha)}$$

Розрахунок функції розподілу для випадку $n = 3$ проводився за допомогою виразу:

$$F_{k3}(x) = \frac{1}{2} + \frac{1}{\pi} \operatorname{arctg} \frac{x}{\sqrt{2\alpha}} + \frac{\alpha^{\frac{1}{2}} x}{\sqrt{2\pi}(x^2/2 + \alpha)} + \frac{2\alpha^{\frac{3}{2}} x}{3\sqrt{2\pi}(x^2/2 + \alpha)^2} + \frac{8\alpha^{\frac{5}{2}} x}{15\sqrt{2\pi}(x^2/2 + \alpha)^3}$$

Була побудована гістограма вибірки з 20 розрядів, яка показана на рис. 3. Для кожної із двох гіпотез в підсумку був визначений критерій згоди χ^2 – Пірсона, розрахунок якого проводився по формулі:

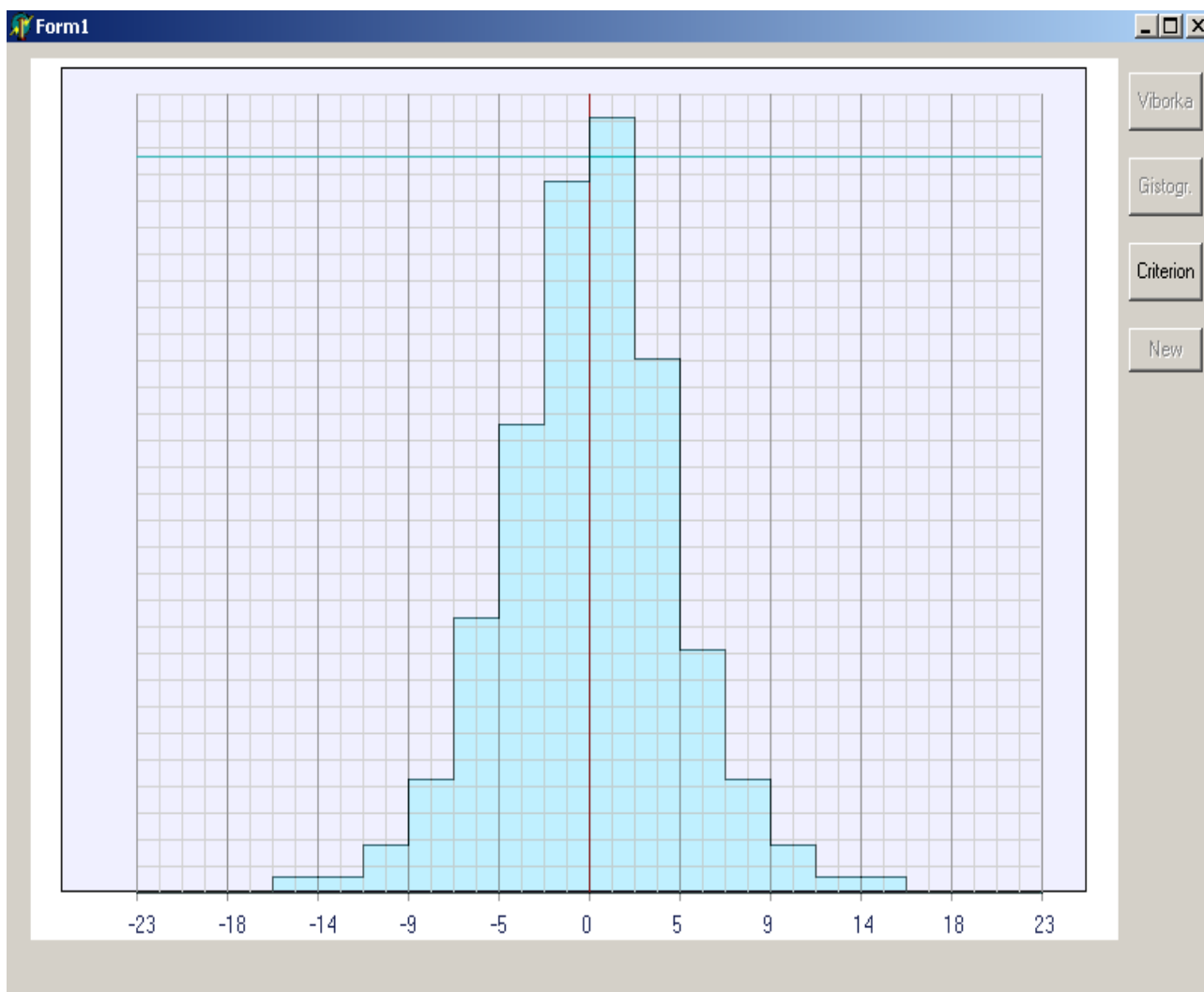


Рис. 3. Гістограма вибірки похибок дистанції
 Власна розробка автора

$$\chi^2 = \sum_1^s \frac{(m_i - NP_i)^2}{NP_i},$$

де m_i - кількість членів вибірки в розряді;

s - число розрядів гістограми; N - кількість членів вибірки;

$P_i = F_{kn}(x_i) - F_{kn}(x_{i-1})$, тут x_i - межі розрядів гістограми.

Таким чином, для кожного розряду розраховуються значення функції розподілу на його межах, по яким визначається величина вірогідності P_i , добутку NP_i і складовою χ_i^2 критерію згоди χ^2 . Результати розрахунків для обох гіпотез з істотними параметрами $n = 1$ і $n = 3$ приведені в табл. 3, причому у другому стовпцю розміщені значення m_i . Сума значень χ_i^2 по всім розрядам

Таблиця 3.
Результати розрахунку значення критерія згоди χ^2 – Пірсона

Розряд	n = 1				n = 3			
	m_i	P_i	NP_i	χ_i^2	P_i	NP_i	χ_i^2	
1	0	0,0006	0,12	0,121	0,0003	0,053	0,053	
2	0	0,0009	0,18	0,186	0,0005	0,11	0,108	
3	0	0,0014	0,3	0,298	0,0011	0,23	0,233	
4	1	0,0024	0,51	0,476	0,0025	0,53	0,428	
5	1	0,0044	0,93	0,005	0,0059	1,24	0,046	
6	3	0,0089	1,87	1,87	0,0143	3,01	0	
7	7	0,0199	4,2	1,87	0,0346	7,28	0,011	
8	17	0,0506	10,6	3,83	0,0780	16,4	0,022	
9	29	0,1342	28,2	0,023	0,1487	31,2	0,158	
10	44	0,2749	57,7	3,27	0,2136	44,9	0,017	
11	48	0,2749	57,7	1,64	0,2136	44,9	0,219	
12	33	0,1342	28,2	0,82	0,1487	31,2	0,101	
13	15	0,0506	10,6	1,80	0,0780	16,4	0,119	
14	7	0,0199	4,2	1,868	0,0346	7,28	0,01	
15	3	0,0089	1,87	0,683	0,0143	3,01	0,001	
16	1	0,0044	0,93	0,005	0,0059	1,24	0,046	
17	1	0,0024	0,51	0,476	0,0025	0,53	0,428	
18	0	0,0014	0,3	0,298	0,0011	0,23	0,233	
19	0	0,0009	0,18	0,186	0,0005	0,11	0,108	
20	0	0,0006	0,12	0,121	0,0003	0,053	0,053	
Σ	210	0,988	209,22	18,65	0,999	209,906	2,395	

визначає значення критерію згоди χ^2 – Пірсона. Для першої гіпотези $\chi^2 = 18,65$, що визначає вірогідність 0,55 відповідності вибірки змішаному закону першого типу з $n = 1$. Для другої гіпотези критерій $\chi^2 = 2,395$, який свідчить, що вибірка відповідає змішаному закону першого типу при $n = 3$ з вірогідністю 0,95. Очевидно, в нашому прикладі переважною є друга гіпотеза.

Список літератури

1. D. A. Hsu, "Long-tailed distributions for position errors in navigation", *Journal of the Royal Statistical Society*. 1979, pp. 62-72.
2. D. A. Hsu, "An analysis of error distribution in navigation", *The Journal of Navigation*, Vol. 32, no. 3. pp. 426 - 429, 2003.
3. Luis Monteiro, "What is the accuracy of DGPS?", *J. Navig.* vol. 58, no. 2, pp. 207-225, 2005.
4. Д.В Астайкин., В.Е Сикирин., И.И Ворохобин. и Б.М Алексейчук, *Оценка точности координат судна при избыточных измерениях*, Saarbrucken, Deutschland:: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2017.

5. И.И. Ворохобин, *Разработка теории и методов оценки и повышения надежности судовождения*, Одесса: НУ «ОМА», 2019.
6. Ю.І. Першина, О.П. Пріщенко, Н.В. Черемська, Т.Т. Черногор, *Невизначений та визначений інтеграли*, Харків: НТУ "ХПІ", 2022.

THE INFLUENCE OF MEDICATIONS ON THE OCCURRENCE OF PATHOLOGICAL CESAREAN SECTION IN DOGS: CONSEQUENCES THAT AFFECT THE HEALTH OF THE BITCH AND PUPPIES

Gorkava Iryna

PhD

Doctor of Philosophy, Assistant
at the Department of Veterinary Surgery
National University of Life
and Environmental Sciences of Ukraine

Bosa Yevheniia,

Student of the Faculty of Veterinary Medicine,
National University of Life
and Environmental Sciences of Ukraine
Kyiv, Ukraine

Over the past 40–45 years, cesarean section has become a common method in veterinary medicine for managing complications during parturition in animals [1-2]. In dogs and cats, in addition to pathological conditions, the anatomical features of the females' reproductive organs are also taken into account [1]. Such features may serve as an indication for performing a cesarean section instead of allowing natural delivery [1-2].

In veterinary medicine, cesarean section is more frequently performed in dogs, not only because of the size of the fetus, the pelvis of the female, and as a result of breeding dogs of different breeds that may be incompatible, but also because of difficulties associated with delivery through narrow birth canals [1; 3].

Indications for surgery [1-2]:

- Large fetus (fetal overdevelopment)
- Congenital fetal abnormalities
- Anatomically narrow pelvis
- Abnormal fetal position that cannot be corrected manually
- Intrauterine fetal hypoxia
- Intrauterine fetal death and decomposition
- Tumors of the pelvic cavity organs that obstruct the passage of the fetus through the birth canal
- Primary uterine atony unresponsive to medical treatment
- Weak contractions and straining efforts
- Excess or deficiency of amniotic fluid
- Failure of the cervical canal to dilate due to scar tissue overgrowth caused by cervical tears during previous deliveries

The operation itself consists of the surgical removal of the fetuses from the dog's uterus [1; 3]. It is important that the pregnancy be carried to full term in order to ensure the survival of the puppies [1].

Cesarean section is most often performed in small-breed dogs in cases of fetal overdevelopment; in large- and medium-breed dogs, it is performed in cases of primary and secondary uterine inertia and weak straining; and in cats, in cases of pelvic narrowing [1-2].

Cesarean section may be:

✓planned ✓ emergency

Breeds for which cesarean section is commonly indicated include the English Bulldog, Japanese Chin, French Bulldog, and Pekingese [1].

In some cases, sterilization of the dog may be performed after cesarean section, which prevents future pregnancies and, accordingly, eliminates the need for similar surgeries in the future [1]. At the same time, the dog may continue to nurse the puppies, despite the removal of the ovaries and uterus [1].

In planned cases, the surgery is performed before the onset of labor or at the very beginning of labor. Good results are achieved when the operation is carried out during the preparatory stage of labor [1-2]. Ultrasound examination (US) is used to assess the condition of the fetuses [1]. With the help of this examination, the veterinarian can determine the fetal heart rate (FHR).

Fetal heart rate [1-2]:

- Normal: 180–200 beats per minute
- Oxygen deficiency: 110–150 beats per minute
- Very alarming condition: less than 110 beats per minute

A pregnant Siberian Husky bitch at the final stage of gestation was brought to the veterinary clinic.

Upon arrival, the veterinarian met with the dog's owners, who reported that their 11-year-old Husky was in the last stage of pregnancy and was experiencing difficulties during labor. The owners decided to help the animal and administered oxytocin to the dog. According to the owners, the puppies were not showing activity in the uterus, which further increased their concern.

The veterinarian immediately began examining the dog, performing a physical examination and an ultrasound scan. During the examination, it was found that the puppies showed no signs of life, and the implantation was unfavorable. Immediate intervention was required to preserve the life of the dog and attempt to save the fetuses [3].

Given the complexity of the situation and the need for urgent intervention, the veterinarian decided to perform a cesarean section in order to save the life of the animal itself [3]. The surgery lasted about four hours. Despite the efforts of the medical staff, unfortunately neither the dog nor the puppies survived in Fig. 1



Figure 1. Emergency cesarean section in an 11-year-old Husky dog.
Source of the figure: author's development

Oxytocin is generally used to stimulate labor in dogs [2]. However, using this drug without consulting a veterinary specialist may have serious consequences for the dog and her puppies [2-3].

Oxytocin is a hormone used to stimulate labor and delivery in dogs. However, a large dose of this drug may lead to undesirable effects, such as premature labor or excessively strong uterine contractions, which may be harmful to the health of the dog and the fetuses [2-3]. In addition, misuse of oxytocin may be accompanied by serious complications, such as uterine rupture or cardiac problems [3].

In this case, it was important to contact an experienced veterinarian immediately in order to determine the condition of the dog and her fetuses. The veterinarian had to assess the possible risks associated with the use of oxytocin in this situation, especially considering the age and condition of the dog [2].

Possible consequences of uncontrolled oxytocin use may include premature labor, complications during delivery, as well as a threat to the health and life of both the dog and her puppies [2-3].

References:

1. Ветеринарне акушерство, гінекологія та біотехнологія відтворення тварин з основами андрології: підручник. / за редакцією В. А. Яблонського та С. П. Хомина. Вінниця: Нова Книга. 2006. 592 с.
2. Гришко Д. С. Лекції з ветеринарного акушерства. Харків: Прапор. 2003. 400 с.
3. Veterinary Surgery: Small Animal. / Tobias Karen M., & Spencer A. Johnston. USA: Elsevier Health Sciences. 2016. 356 p.

The authors of the XV International Scientific and Practical Conference «Transformations of education in the era of modern technologies» were representatives of the following educational institutions:

Kyiv Aviation Institute; SDU University; National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”; Odesa State Academy of Civil Engineering and Architecture; Odesa National Maritime University; R. M. Glier Kyiv Municipal Academy of Music; Institute for Economics and Forecasting of the National Academy of Sciences of Ukraine; General Energy Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine; State Research Institute of Informatization and Economic Modeling; West Ukrainian National University; Lviv Institute of the Interregional Academy of Personnel Management; Admiral Makarov National University of Shipbuilding; Baku State University; V. N. Karazin Kharkiv National University; Vinnytsia National Technical University; Dnipro Professional College of Engineering and Pedagogy of the Ukrainian State University of Science and Technology; National Academy of Internal Affairs; Vinnytsia Educational and Scientific Institute of Economics of West Ukrainian National University; West Kazakhstan Marat Ospanov Medical University; Karaganda Medical University; Astana Medical University; National Pirogov Memorial Medical University; Kazakhstan-Russian Medical University; S. D. Asfendiyarov Kazakh National Medical University; Kharkiv National Medical University; Sumy State University; Dnipro State Technical University; Yurii Kondratyuk Poltava Polytechnic National University; Al-Farabi Kazakh National University; Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics; Academician Stepan Demianchuk International University of Economics and Humanities; National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine and others.

TRANSFORMATIONS OF EDUCATION IN THE ERA OF MODERN TECHNOLOGIES

Scientific publications

Proceedings of the XV International Scientific and Practical Conference
«Transformations of education in the era of modern technologies»,
Krakow, Poland. 169 p.
(April 14-17, 2026)

UDC 01.1

ISBN – 979-8-90214-545-5

DOI – 10.46299/ISG.2026.1.15

Text Copyright © 2026 by the International Science Group (isg-konf.com).

Illustrations © 2026 by the International Science Group.

Cover design: International Science Group (isg-konf.com)©

Cover art: International Science Group (isg-konf.com)©

All rights reserved. Printed in the United States of America.

No part of this publication may be reproduced, distributed, or transmitted, in any form or by any means, or stored in a data base or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

The content and reliability of the articles are the responsibility of the authors. When using and borrowing materials reference to the publication is required. Collection of scientific articles published is the scientific and practical publication, which contains scientific articles of students, graduate students, Candidates and Doctors of Sciences, research workers and practitioners from Europe, Ukraine and from neighboring countries and beyond. The articles contain the study, reflecting the processes and changes in the structure of modern science. The collection of scientific articles is for students, postgraduate students, doctoral candidates, teachers, researchers, practitioners and people interested in the trends of modern science development.

The recommended citation for this publication is: Pryimak L. Comprehensive approach to the standardization of airport ground support equipment operations. Proceedings of the XV International Scientific and Practical Conference. Krakow, Poland. 2026. Pp. 8-9
URL: <https://isg-konf.com/transformations-of-education-in-the-era-of-modern-technologies/>