

International Science Group

ISG-KONF.COM

**I International Scientific and Practical Conference
«Integration of science and education: experience,
realities, and perspectives»**

**September 8–11, 2026
Florence, Italy**

ISBN - 979-8-90553-932-9

DOI – 10.46299/ISG.2026.2.1

INTEGRATION OF SCIENCE AND EDUCATION: EXPERIENCE, REALITIES, AND PERSPECTIVES

Proceedings of the I International Scientific and Practical Conference

Florence, Italy
September 8–11, 2026

UDC 01.1

The I International scientific and practical conference “Integration of science and education: experience, realities, and perspectives” (September 8–11, 2026) Florence, Italy. International Science Group. 2026. 229 p.

ISBN – 979-8-90553-932-9

DOI – 10.46299/ISG.2026.2.1

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>Mykolaivna</u>	Ph.D. in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor

TABLE OF CONTENTS

AGRICULTURAL ENGINEERING		
1.	Корчак М.М. ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА АГРОТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ВИРОЩУВАННІ ЯЧМЕНЮ	9
AUTOMATION AND COMPUTER-INTEGRATED TECHNOLOGIES		
2.	Кандеєва В.В. СУЧАСНІ МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ У ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЦІ	13
CHEMISTRY		
3.	Koshchii I., Klimko Y. ADAMANTYLGLYCINE AS A SYNTHON FOR NITROGENOUS HETEROCYCLES. SYNTHESIS OF 1-ACETYL-4-(ADAMANTAN- 1-YL)-2-METHYL-3,4-DIHYDRO-1H-BENZO[D][1,3]DIAZEPIN- 5(2H)-ONE	17
COMPUTER SCIENCE		
4.	Крест Я.І.О., Катков Ю.І. ПРАКТИЧНА ТА ОСВІТНЯ ЦІННІСТЬ ГІБРИДНОГО ПІДХОДУ PARETO–NASH–MPC ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ ДО ПРОЄКТУВАННЯ РОБАСТНИХ АВТОНОМНИХ СИСТЕМ	20
5.	Троцько О.О., Драглюк Ю.Ю., Плехова Г.А., Протас Н.М., Шишацький А.В. РОЗРОБКА МЕТОДОЛОГІЇ ОБРОБКИ ГЕТЕРОГЕННИХ ДАНИХ В ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	30
CONSTRUCTION AND CIVIL ENGINEERING		
6.	Burda Y. BURDA YURII ADAPTIVE AIRFLOW DISTRIBUTION STRATEGIES FOR ENHANCING CONTAMINANT REMOVAL IN CLEANROOMS WITH DISPLACEMENT VENTILATION	41
CYBERSECURITY AND INFORMATION PROTECTION		
7.	Kosheliuk V., Andrushchak I. FEATURES AND NUANCES OF INFORMATION TECHNOLOGY AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE: CONCEPTS, CHARACTERISTICS	45

8.	Тишик І.Я. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ ERP-СИСТЕМ В УМОВАХ СУЧАСНИХ КІБЕРЗАГРОЗ	49
ECOLOGY		
9.	Ручій В.С. ВПЛИВ МОРФОЛОГІЧНИХ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАПЛАВНИХ ВОДОЙМ НА СТРУКТУРУ І ВИДОВЕ РІЗНОМАНІТТЯ МАКРОФІТІВ	54
ECONOMICS		
10.	Darushin O. PRINCIPLES OF SEAPORT STRATEGIES FOR DEVELOPING A LOGISTICS & ECONOMIC BUSINESS MODEL IN THE CONDITIONS OF SECURITY THREATS	57
11.	Dovgal O. FOREIGN ECONOMIC COOPERATION OF ROMANIA WITH EU COUNTRIES IN THE SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL FIELD: FACTORS AND RESULTS	61
12.	Ilhama B. SELECTION OF PERSONNEL IN THE MODERN ECONOMY: THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND INNOVATIVE TOOLS IN CV ANALYSIS	64
13.	Дрига Є.І. ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ НА ПІДПРИЄМСТВАХ: ІНТЕГРОВАНІЙ КОНТЕКСТУАЛЬНО- АДАПТИВНИЙ ПІДХІД	66
14.	Шестерняк М.М. ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ ВНУТРІШНЬОГО АУДИТУ: ВІД РИЗИК-ОРІЄНТОВАНОГО ПІДХОДУ ДО ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ	71
EDUCATION		
15.	Barkhudaryan M., Karlov V., Kovalchuk A., Biesova O., Nos A. THE CURRENT STATE OF ASSESSMENT SYSTEM FOR TECHNICAL DISCIPLINES IN THE TRAINING OF MILITARY RADIO TECHNICIANS	78

16.	Fuad M.M. OPPORTUNITIES AND PROSPECTS OF USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN TEACHING HISTORY IN HIGHER EDUCATION	82
17.	Ismayilova E.A. THE INTEGRATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE INTO THE EDUCATIONAL PROCESS: OPPORTUNITIES AND PEDAGOGICAL PERSPECTIVES	87
18.	Niftullayev R.N. DIFFERENTIATED INSTRUCTION IN TEACHING THE SOLUTION OF COMPLEX PROBLEMS	91
19.	Білецька Л.С., Сугонякіна М.А. ЗАВДАННЯ УЩІЛЬНЕНОГО ХАРАКТЕРУ ЯК ЗАСІБ СТИМУЛЮВАННЯ НАВЧАЛЬНО-ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ ПОЧАТКОВИХ КЛАСІВ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ	95
20.	Житарюк І.В., Шевчук Н.М. ІНФОРМАТИКА ЯК ІНСТРУМЕНТ ПОГЛИБЛЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ УЧНІВ У СТАРШІЙ ШКОЛІ	104
21.	Казачінер О.С., Бойчук Ю.Д., Галій А.І. MAKING THE CASE FOR CLASSROOM TALK	110
22.	Черничко С.С., Біда О.А., Бевзюк М.С., Білан В.А. ЦИФРОВІЗАЦІЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЯК ЧИННИК ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ	115
GEOGRAPHY AND REGIONAL STUDIES		
23.	Eldar Muradli Vidadi AZERBAIJAN'S MINEROLOGICAL CHARACTER AND CLIMATE CHANGE IN THE BAKU AGE	119
HISTORY AND ARCHEOLOGY		
24.	Черняк С.Г. АРХІВНА СПРАВА ЗАКАРПАТТЯ (XVII – XX СТОЛІТТЯ)	124

INFORMATION AND MEASUREMENT TECHNOLOGIES		
25.	Aghamатов S. INTELLIGENT CONTROL SYSTEM FOR INDUSTRIAL WATER COOLING AND PURIFICATION PROCESSES: ARCHITECTURE, ALGORITHM AND ENERGY EFFICIENCY	127
LAW		
26.	Mima I. THEORETICAL AND LEGAL FOUNDATIONS FOR THE FORMATION OF THE FIFTH GENERATION OF HUMAN RIGHTS IN THE CONTEXT OF THE DEVELOPMENT OF NEUROTECHNOLOGIES AND TRANSHUMANISM	134
27.	Набільська К.Г., Пчеліна О.В. КОНЦЕПЦІЯ ВІДНОВНОГО ПРАВОСУДДЯ В КРИМІНАЛЬНИХ ПРОВАДЖЕННЯХ ЩОДО ВРАЗЛИВИХ ГРУП НАСЕЛЕННЯ	141
28.	Набільська К.Г., Пчеліна О.В. ОЦІНКА ПОКАЗАНЬ ОСІБ З ОБМЕЖЕНОЮ ДІЄЗДАТНІСТЮ ТА ОСІБ У СТАНІ ЗАЛЕЖНОСТІ У КРИМІНАЛЬНОМУ ПРОВАДЖЕННІ	145
29.	Набільська К.Г., Пчеліна О.В. БЕЗОПЛАТНА ПРАВНИЧА ДОПОМОГА ЯК ГАРАНТІЯ ЗАХИСТУ ВРАЗЛИВИХ ГРУП НАСЕЛЕННЯ У КРИМІНАЛЬНОМУ ПРОВАДЖЕННІ	149
30.	Федосова О.В. ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРАВОВИХ ЗАСАД ОБМЕЖУВАЛЬНИХ ЗАХОДІВ, ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ ДО ОСІБ, ЯКІ ВЧИНILI ДОМАШНЄ НАСИЛЬСТВО	152
MARKETING		
31.	Bilousov S. METHODOLOGICAL PRINCIPLES FOR DETERMINING PRIORITIES FOR THE DEVELOPMENT OF INFORMATION SUPPORT FOR MICRO-ENTREPRENEURS' COMMUNICATION WITH TARGET AUDIENCES	157

MECHANICAL ENGINEERING		
32.	Babanova O., Beseda S., Shevchenko A. MODERNIZATION OF A MACHINE FOR PACKAGING TABLETS INTO BLISTER PACKS	164
MEDICINE		
33.	Бунятян Х.А., Хотімська Ю.В. СУЧАСНІ АСПЕКТИ ЛІКУВАННЯ ОБОРОТНИХ ФОРМ ПУЛЬПИТУ В ПОСТІЙНИХ ЗУБАХ З НЕСФОРМОВАНИМИ КОРЕННЯМИ	167
34.	Кріштафор А.А., Єхалов В.В., Минка Н.В. РАБДОМІОЛІЗ У ВЖИВАЧІВ ПСИХОТРОПНИХ РЕЧОВИН	171
35.	Романюта І.А., Єхалов В.В. ОСОБЛИВОСТІ АНЕСТЕЗІЇ В СТОМАТОЛОГІЇ У ВЖИВАЧІВ ПОХІДНИХ КОНОПЕЛЬ	178
OCCUPATIONAL SAFETY		
36.	Саньков П.М. ВПЛИВ ШУМУ НА БЕЗПЕКУ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ НАСЕЛЕННЯ В СВІТІ ТА В УКРАЇНІ	187
PHARMACY		
37.	Karpova S., Kolisnyk S. DEVELOPMENT AND VALIDATION OF A METHOD FOR THE QUANTITATIVE DETERMINATION OF PENICILLINE V BY IODOMETRIC TITRATION USING POTASSIUM CAROATE	194
PHILOLOGY		
38.	Akif A.A. DIALECTAL FEATURES OF THE JALILABAD DISTRICT	198
39.	Ruqayya B.M. ANALYSIS OF WORD COMPOUNDS	203
PSYCHOLOGY		
40.	Тертична Н.А. МІСЦЕ КУРСУ "ІСТОРІЯ ПСИХОЛОГІЇ ТА СУЧАСНІ НАПРЯМКИ ПСИХОЛОГІЇ" У ФАХОВІЙ ПІДГОТОВЦІ МАГІСТРІВ МЕДИЧНОЇ ПСИХОЛОГІЇ	208

41.	Шігімага Д.В., Соломка Е.Т. ТЕОРЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ВПЛИВУ АГРЕСИВНОСТІ ОСОБИСТОСТІ НА ПОВЕДІНКУ У КОНФЛІКТНИХ СИТУАЦІЯХ ПІДЛІТКІВ	211
THERAPY AND REHABILITATION		
42.	Перегудов Є.О. ВПЛИВ ДОЗОВАНОЇ ХОДЬБИ НА ПСИХОЕМОЦІЙНИЙ СТАН ТА ЯКІСТЬ СЛУХУ В ОСІБ СТАРЕЧОГО ВІКУ	214
TRANSPORT		
43.	Гайченя О.В., Алексейчук М.С. ВПЛИВ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ СУДНОВОДІННЯ НА ЕКОНОМІЧНУ ЕФЕКТИВНІСТЬ СУДНОВИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ	219
VETERINARY MEDICINE		
44.	Лебединський Д.І., Латухін О.Є., Кулинич С.М. ЦИТОЛОГІЧНІ ЗМІНИ ЗА ГНІЙНОЇ РАНИ У КОНЯ	225

ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА АГРОТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ВИРОЩУВАННІ ЯЧМЕНЮ

Корчак Микола Миколайович

к.т.н., доцент

Заклад вищої освіти “Подільський державний університет”

Ячмінь є ранньостиглою зерновою культурою з вегетацією 60–110 днів. Використовується для кормів, пивоваріння та продовольчих цілей. Поділяється на ярий та озимий, вирощується на чорноземах. Врожайність ячменю сягає 50–100+ ц/га при використанні якісного насіння та дотриманні правильної технології його вирощування [1, 2].

Підготовка насіння. Перед сівбою насіння протруюють тими самими препаратами, що й озимі у рекомендованих нормах.

Сівба. Ячмінь необхідно висівати одразу після настання фізичної стиглості ґрунту. На полях з високим агрофоном норма висіву 4,5 млн. шт. схожих насінин на 1 га, а на недостатньо удобрених – 5,0–6,0 млн. шт./га.

Пивоварні сорти висівають також нормою 5,0–6,0 млн. шт. схожого насіння на 1 га. Глибина загортання насіння 5–6 см. При сівбі сівалками обов'язково проводиться післяпосівне прикочування ґрунту [3].

Захист посівів від хвороб, шкідників і бур'янів. З метою обмеження шкодочинності шведських мух, смугастої хлібної блішки, хлібних п'явиць, попелиць та інших сівбу слід проводити у ранні гранично стислі строки. Одразу після сходів (сходи третій листок) проти смугастої хлібної блішки (30–50 особин на 1 м²), шведських мух (30–50 особин на 100 помахів сачком), хлібних п'явиць (10–15 жуків на 1 м²) рекомендується здійснювати обприскування крайових смуг завширшки до 100 м препаратами: Бі-58, новим, 40% к.е. (1,0–1,2 л/га); децисом, 2,5% к.е. (0,2–0,25 л/га); золоном, 35% к.е. 1,5 л/га; карате, 5 % к.е. (0,15–0,20 л/га); сумі-альфою, 5 % к.е. (0,2 л/га); ф'юрі, 10% в.е. (0,07 л/га); волатоном 500, 50 % к.е. (1,5 л/га) [3].

Шкодочинність цих видів значно збільшується при сухій спекотній погоді. У фазі кущення проти однорічних однодольних бур'янів посіви ячменю обробляють базаграном – 2,0–4,0 л/га, 2,4-Д (Пілар 2,4-Д) – 0,6–0,8 л/га, дезормоном – 0,8–1,4 л/га та ін. На полях, забур'янених однорічними дводольними бур'янами, стійкими до гербіцидів групи 2,4-Д, та багаторічними дводольними бур'янами, застосовують препарати: пріма – 0,4–0,6 л/га; банвел – 0,15–0,3 л/га; гербілан – 8,0–10,0 г/га; гранстар – 15 г/га; гроділ-ультра – 0,15–0,20 кг/га; діален-супер – 0,5–0,7 л/га; клопіралід, ларен – 8,0–10,0 г/га; лонтрел – 0,16–0,66 л/га; лінтур – 0,12 г/га та ін.

За наявності у фазі кущення в посівах двох-трьох екземплярів на 1 м² клопа – шкідливої черепашки необхідно провести обприскування такими препаратами: Бі-58 новий, 40 % к.е. – 1,5 л/га або його аналоги; децис 2,5% к.е – 0,25 л/га; карате, 5% к.е – 0,15 л/га; сумітін 50% к.е – 0,6–1,0 л/га; ф'юрі, 10% в.е – 0,07

л/га. При вирощуванні ячменю за інтенсивними технологіями, особливо пивоварних сортів у фазі виходу в трубку за наявності личинок хлібних п'явиць (0,5–1,0 особина на стебло) проводять обприскування крайових смуг або осередків інсектицидами, які рекомендовані проти жуків-п'явиць у період сходів [3].

У фазах виходу в трубку та колосіння посіви ячменю обприскують для захисту від борошнистої роси при інтенсивності ураження, усіх видів іржі – 1% рослин, септоріозу – 5%, гельмінтоспоріозних плямистостей при інтенсивності ураження 1% одним з таких фунгіцидів: альфа-супер 330 ЕС, к.е. – 0,4–0,5 л/га; арчер, 42,5 % к.е. – 1 л/га; байлетон, 25 % з.п – 0,5 кг/га; дерозал к.е. – 0,5 л/га; бампер, 25 % к.е – 0,5 л/га; імпакт, 25 % с.к – 0,5 л/га; корбель, 75 % к.е. – 0,8–1,0 л/га; рекс, 49,7 % к.е – 0,4–0,6 л/га; райдер, 40% к.е – 0,8–1,0 л/га; танго, 50% к.е – 0,6–0,8 л/га; тілт-преміум, 37,5 % з.п – 0,33 кг/га; спортак, к.е. – 0,9 л/га.

У фазі цвітіння – початок формування зерна – для захисту посівів від злакових попелиць (15–25 особин на стебло), а також личинок клопа – шкідливої черепашки (8–10 екз.) проводять обприскування Бі-58 новим, 40 % к.е – 1,0–1,2 л/га; децисом, 2,5 % к.е – 0,25 л/га; золоном, 35 % к.е – 1,5 л/га; карате, 5 % к.е. – 0,15 л/га; ф'юрі, 10 % в.е – 0,07 л/га та ін.

Збирання врожаю. Полеглі та засмічені бур'янами посіви збирають роздільним способом. Скошування у валки починають у фазі воскової стиглості зерна. Щоб валки добре провітрювалися, стерню залишають заввишки 13–15 см. Пряме комбайнування здійснюється при повній стиглості зерна, коли його вологість становить 14–17 % [3].

Висновки. Отже, для правильного проведення технологічних операцій при вирощуванні ячменю потрібно чітко дотримуватися агротехнічних вимог та враховувати його особливості як культури [4–14].

Список літератури

1. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві: Підручник / С.М. Каленська, Л.М. Єрмакова, В.Д. Паламарчук, І.С. Поліщук, М.І. Поліщук. Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2015. 448 с.
2. Павліський В.М., Нагірний Ю.П., Мельник І.І. Проектування технологічних систем рослинництва. Тернопіль: Збруч, 2003. 262 с.
3. Технологічні карти вирощування сільськогосподарських культур: монографія /Л.М. Тіщенко, С.І. Корнієнко, В.А. Дубровін та ін.: за ред. Л.М. Тіщенка. Харк. нац. техн. ун-т с.-г. ім. Петра Василенка. Харків: ХНТУСГ, 2015. 273 с.
4. Victor Sheichenko, Ihor Marynchenko, Ihor Dudnikov, and Mykola Korchak. (2019). Development of technology for the hemp stalks preparation / Independent Journal of Management and Production // State agrarian and engineering university in Podilia. V. 10, № 7, pp. 687 – 701. (ISSN: 2236-269X).
<http://www.ijmp.jor.br/index.php/ijmp/article/view/913>

5. M. Korchak, S. Yermakov, V. Maisus, S. Oleksiyko, V. Pukas and I. Zavadskaya. Problems of field contamination when growing energy corn as monoculture. E3S Web of Conferences. Krynica, Poland. 6th International Conference – Renewable Energy Sources. Volume 154 (2020). (ISSN: 2267-1242).

<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202015401009>

6. Mykola Korchak, Serhii Yermakov, Taras Hutsol, Lesya Burko, and Weronika Tulej. Features of weediness of the field by root residues of corn // Environment. Technology. Resources. Proceedings of the 13th International Scientific and Practical Conference. Rezekne, Latvia (2021), Volume 1, pp. 122 – 126. <https://doi.org/10.17770/etr2021vol1.6541>

7. Korchak, M., Bliznjuk, O., Nekrasov, S., Gavrish, T., Petrova, O., Shevchuk, N., Strikha, L., Kostyrkin, O., Semenov, E., and Saveliev, D. (2022). Development of rational technology for sodium glyceroxide obtaining. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, Volume 5, № 6 (119), pp. 15 – 21.

<https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.265087>

8. Korchak, M., Bragin, O., Petrova, O., Shevchuk, N., Strikha, L., Stankevych, S., Svishchova, Ya., Khimenko, N., Filenko, O., and Petukhova, O. (2022). Development of transesterification model for safe technology of chemical modification of oxidized fats. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, Volume 6, № 6 (120), pp. 8 – 13. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.266931>

9. Yermakov S., Korchak M., Duhanets V., Pukas V., and Vusatyi M. (2024). Rationale for the combined cultivator design for cultivating soil littered with plant remains of rough-stemmed crops. Environment. Technology. Resources. 15th International Scientific and Practical Conference. June 27-28, 2024, "Vasil Levski" National Military University, Veliko Tarnovo, Bulgaria.

<https://doi.org/10.17770/etr2024vol1.7959>

10. Mykola Korchak, Anatolii Shostia, Svitlana Usenko, Liudmyla Floka, Nadiia Hniti, Liubov Morozova, Vita Glavatchuk, Larysa Marushko, Serhii Nekrasov, and Roman Mylostyvyi. (2024). Determination of rational parameters of chemical transesterification technology of sunflower oil. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies: Technology organic and inorganic substances, Volume 5, № 6(131), pp. 26 – 33. ISSN 1729-3774.

<https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.313095>

11. C. Lu, S. Shevchenko, V. Geichuk, M. Korchak, and A. Topalov. (2024). Research on Improving Seals to Suppress Vibration of Rotary Machines”, C. R. Acad. Bulg. Sci., Vol. 77, no. 6, pp. 881–891, Jun. 2024.

<https://doi.org/10.7546/CRABS.2024.06.11>

12. W. Hui, S. Shevchenko, M. Korchak, A. Lesko, A. Monakhov, Yu. Halynkin, and O. Gerasin. (2025). A Study of Mechanical Seal Rings Thermal and Force Deformations in Energy Rotor Machines. C. R. Acad. Bulg. Sci., vol. 78, no. 1, pp. 109–118, Jan. 2025. <https://doi.org/10.7546/CRABS.2025.01.13>

13. Korchak, M., Knysh, V., Shostia, A., Usenko, S., Hmelnitska, Y., Rachynska Z., Viaskov V., Kostenko I., Glavatchuk V., Zygin S. (2025). Establishing the influence of sunflower oil quality indicators on the efficiency of the transesterification catalyst. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (6 (138)), 6–13. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.344900>

14. Yermakov, S., Korchak, M., Hutsol, T., Hovorov, O., Oleksiyko, S. (2026). Substantiation of strip tillage after corn harvesting based on post-harvest residue characteristics. *Engineering for Rural Development*. Latvia, Jelgava. 2026. P.79-86. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2026.25.TF012>

СУЧАСНІ МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ У ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЦІ

Кандєєва Віра Валеріївна

к.е.н., доцент

Національний університет «Одеська політехніка»

Анотація: У роботі розглянуто сучасні методи оптимізації енергоспоживання у теплоенергетиці, спрямовані на підвищення енергоефективності систем тепlopостачання та раціональне використання паливно-енергетичних ресурсів. Проаналізовано основні напрями оптимізації, серед яких використання когенераційних установок, зменшення втрат теплової енергії в теплових мережах, автоматизація технологічних процесів, утилізація вторинних енергетичних ресурсів, інтеграція відновлюваних джерел енергії та оптимізація режимів споживання тепла. Показано, що комплексне впровадження сучасних цифрових технологій, автоматизованих систем керування та енергоощадного обладнання забезпечує значне зниження витрат палива й електроенергії, підвищення коефіцієнта корисної дії теплоенергетичних установок, зменшення експлуатаційних витрат і скорочення негативного впливу на навколишнє середовище.

Ключові слова: теплоенергетика, енергоефективність, оптимізація енергоспоживання, когенерація, автоматизація, теплові мережі, енергозбереження.

Ефективне використання паливно-енергетичних ресурсів є одним із найважливіших завдань сучасної теплоенергетики. Постійне зростання вартості енергоносіїв, необхідність скорочення викидів парникових газів, посилення екологічних вимог та потреба у забезпеченні енергетичної безпеки стимулюють впровадження нових технологій оптимізації енергоспоживання. Особливої актуальності ці питання набувають для систем централізованого тепlopостачання, значна частина яких була побудована кілька десятиліть тому та характеризується високим рівнем фізичного й морального зношення обладнання.

Сучасна теплоенергетика активно впроваджує цифрові технології, автоматизовані системи керування, математичне моделювання та алгоритми штучного інтелекту, які дозволяють оптимізувати режими роботи теплоенергетичних установок у реальному часі. Важливим напрямом є також модернізація теплових мереж, впровадження когенераційних технологій, використання вторинних енергетичних ресурсів і відновлюваних джерел енергії. Комплексне застосування цих рішень сприяє підвищенню енергоефективності, зниженню питомих витрат палива та забезпеченню надійності тепlopостачання.

Метою роботи є аналіз сучасних методів оптимізації енергоспоживання у теплоенергетиці, визначення їх основних переваг, технічних особливостей та впливу на підвищення ефективності функціонування систем тепlopостачання.

Розглянемо основні напрями оптимізації:

Використання когенерації (CHP — Combined Heat and Power). Когенерація передбачає одночасне та високоефективне виробництво електричної й теплової енергії з єдиного первинного джерела палива в межах одного технологічного циклу. На відміну від роздільного генераційного процесу, де до 60% енергії палива марно втрачається у довкілля у вигляді скидного тепла (наприклад, через градирні чи відхідні гази), когенераційні установки утилізують цю теплоту для потреб централізованого опалення, гарячого водопостачання або технологічних потреб підприємств. За даними Міжнародного енергетичного агентства (ІЕА), це дає змогу підвищити загальний коефіцієнт використання палива з 35 - 40% (характерних для класичних конденсаційних електростанцій) до 80 - 90%, що робить СНР однією з найефективніших технологій підвищення енергоефективності систем тепlopостачання [1].

У сучасній теплоенергетиці потенціал когенерації розкривається через її інтеграцію з баками-акумуляторами тепла та інтелектуальними системами автоматичного керування (АСУ ТП). Це дозволяє «розв'язати» жорсткий зв'язок між генерацією електрики та споживанням тепла: установка може працювати на максимальну потужність у години пікових цін на ринку електроенергії, накопичуючи надлишкове тепло в акумуляторах, і віддавати його споживачам за потреби. Крім того, сучасні когенераційні модулі вирізняються високою маневреністю та можливістю використання різних видів палива (природного газу, біогазу, біомаси та водневих сумішей), що забезпечує зниження питомих витрат палива на 25 - 35% та суттєве скорочення викидів вуглекислого газу (CO₂) [2].

Зменшення втрат тепла в теплових мережах. Транспортування теплоносія від джерела генерації до кінцевого споживача традиційно є одним із найвразливіших етапів у системі тепlopостачання: у застарілих мережах втрати тепла та носія можуть сягати 20–30%. Оптимізація цього процесу є критичною умовою забезпечення енергоефективності, оскільки мінімізація втрат під час транспортування дозволяє зберегти вироблений ресурс і зменшити навантаження на котельні чи ТЕЦ.

Для суттєвого скорочення втрат теплової енергії в сучасній інженерній практиці застосовується комплекс матеріально-технічних і цифрових рішень:

- застосування попередньо ізольованих трубопроводів: Використання труб у монолітній пінополіуретановій (ППУ) ізоляції із захисною поліетиленовою або оцинкованою оболонкою дає змогу знизити тепловтрати з 20–30% до 2–5%. Такі конструкції мають тривалий термін експлуатації (понад 30–50 років) та стійкість до зовнішньої ґрунтової корозії.

- впровадження систем оперативно-дистанційного контролю: Інтеграція спеціальних сигнальних провідників всередину теплоізоляційного шару дозволяє в режимі реального часу відстежувати рівень вологості ізоляції та

автоматично фіксувати витoki теплоносія з точністю до одного метра ще до появи масштабних поривів.

- використання сучасних ізоляційних матеріалів: Для ізоляції запальної арматури, компенсаторів та фасонних частин застосовуються високоефективні матеріали із низьким коефіцієнтом теплопровідності (базальтова вата з гідрофобним покриттям, спінений каучук, аерогелеві мати).

- цифрова діагностика та своєчасний ремонт: Застосування тепловізійної аерозйомки, акустичних течошукачів та планово-попереджувальних ремонтів дозволяє ліквідовувати мікропошкодження мереж на ранніх стадіях [1].

Завдяки комплексному впровадженню цих заходів не лише мінімізуються прямі тепловтрати через стінки труб, а й зменшуються перевитрати електроенергії на циркуляційні насоси та витрати хімічно очищеної підживлювальної води.

Автоматизація систем теплопостачання. На сучасних теплоелектроцентралях (ТЕЦ) і котельнях використовують багаторівневі автоматизовані системи керування технологічними процесами (АСУ ТП). Вони не лише регулюють базові параметри (температуру, тиск, витрати палива), а й оптимізують роботу всього комплексу в режимі реального часу.

Ключові елементи сучасної автоматизації:

- погодозалежне автоматичне регулювання: Системи коригують температуру теплоносія на основі датчиків зовнішнього повітря та короткострокових метеопрогнозів, запобігаючи «перетопам» та економлячи ресурс;

- частотне регулювання (ЧП / VFD): Встановлення частотних перетворювачів на мережеві насоси та дутьові вентилятори дозволяє гнучко змінювати їхню потужність залежно від гідравлічного режиму, що зменшує споживання електроенергії на власні потреби на 25–40%;

- SCADA-системи та телеметрія: Централізоване диспетчерське управління збирає дані з тисяч датчиків (IoT), що дозволяє миттєво виявляти витoki, витoki тиску чи загрозу гідродударів у теплових мережах;

- предиктивна аналітика та штучний інтелект (AI): Алгоритми машинного навчання аналізують інерційність будівель, споживчі звички та графіки навантажень, оптимізуючи режим спалювання палива та роботу теплових акумуляторів на декілька діб наперед;

- діагностика за фактичним станом: Датчики вібрації, температури підшипників та аналізатори димових газів дозволяють прогнозувати знос обладнання й проводити точкове обслуговування до виникнення аварії [3].

Використання вторинних енергетичних ресурсів. У теплоенергетиці широко застосовують: утилізацію теплоти димових газів; використання промислового скидного тепла; теплові насоси; акумулятори теплової енергії. Це дозволяє повторно використовувати енергію, яка раніше втрачалася, і зменшити споживання первинного палива [3].

Інтеграція відновлюваних джерел енергії. У сучасних системах централізованого теплопостачання дедалі частіше використовують: сонячні теплові установки; геотермальну енергію; біомасу; великі теплові насоси; скидне

тепло промислових підприємств і дата-центрів [3]. За оцінками ІЕА, така інтеграція підвищує енергоефективність систем теплопостачання та зменшує залежність від викопного палива [1].

Оптимізація споживання та диспетчеризації. Встановлення індивідуальних теплових пунктів (ІТП) з погодним регулюванням:

- Автоматичне коригування температури теплоносія, що подається в будівлю, залежно від температури зовнішнього повітря, що виключає перегрівання приміщень.

- Акумуляція теплової енергії (Thermal Energy Storage — TES): Використання баків-акумуляторів тепла дає змогу накопичувати теплову енергію в години мінімального споживання або низьких тарифів на електроенергію і віддавати її під час пікових навантажень.

- Цифрові системи АСУ ТП та SCADA: Використання автоматизованих систем управління та алгоритмів оптимізації режиму роботи (на базі математичного моделювання MILP — Mixed-Integer Linear Programming) для оперативної мінімізації витрат палива при змінному графіку навантажень [1].

Висновок

Оптимізація енергоспоживання у теплоенергетиці досягається шляхом модернізації обладнання, впровадження когенерації, автоматизації технологічних процесів, скорочення втрат у теплових мережах, утилізації вторинної теплоти та використання відновлюваних джерел енергії. Сукупність цих заходів забезпечує зменшення витрат палива, підвищення ефективності виробництва теплової енергії та скорочення негативного впливу на довкілля.

Отже, комплексна модернізація теплоенергетичних систем із використанням сучасних технологій оптимізації енергоспоживання є необхідною умовою підвищення їх економічної ефективності, надійності та екологічності. Реалізація зазначених заходів сприятиме скороченню споживання поливо-енергетичних ресурсів, зменшенню викидів парникових газів, підвищенню енергетичної безпеки держави та забезпеченню сталого розвитку теплоенергетики в умовах сучасних економічних та екологічних викликів.

Список літератури

1. Міжнародне енергетичне агентство (International Energy Agency — IEA): Звіти серії Cogeneration and District Energy. Linking Heat and Electricity Systems. – Renewables in District Energy.

2. Klimenko, V. (2018). PROSPECTS FOR APPLICATION OF COGENERATION TECHNOLOGIES IN MUNICIPAL ENERGY. Thermophysics and Thermal Power Engineering, 40(3), 32-37. <https://doi.org/10.31472/ihe.3.2018.05>

3. Електроний посібник «Інструменти енергоефективності в промисловості та АПК: кращі рішення», 2024. https://ukraine-oss.com/wp-content/uploads/2024/09/draft-posibnyka_energoefektyvnist_web-1.pdf

ADAMANTYLGLYCINE AS A SYNTHON FOR NITROGENOUS HETEROCYCLES. SYNTHESIS OF 1- ACETYL-4-(ADAMANTAN-1-YL)-2-METHYL-3,4- DIHYDRO-1H-BENZO[D][1,3]DIAZEPIN-5(2H)-ONE

Koshchii Iryna

PhD in Chemistry, Associate Professor

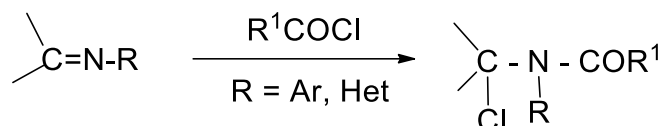
Department of Organic Chemistry and Technology of Organic Substances
National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

Klimko Yurii

PhD in Chemistry, Senior Lecturer

Department of Organic Chemistry and Technology of Organic Substances
National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

It is known that many heterocyclic compounds, even relatively simple ones, are difficult to obtain, significantly limiting their scope of application. Therefore, the search for new regioselective heterocyclizations based on readily available reagents is highly relevant. Various amidoalkylating agents, in particular those obtained from Schiff bases according to the general scheme, are among such promising reagents:



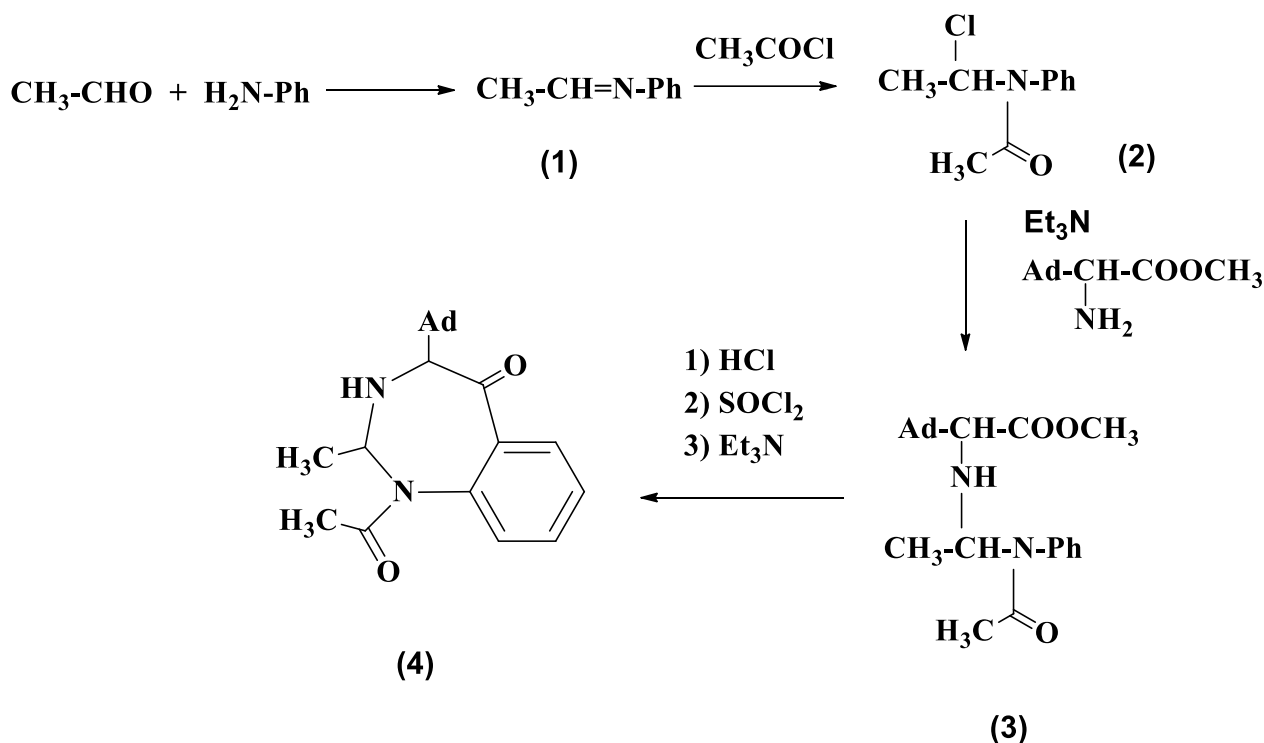
The preparation of reagents according to this scheme is only briefly mentioned in the literature [1-3].

The use of such amidoalkylating reagents obtained from cage ketones would allow the preparation of nitrogen heterocycles by a new method, often yielding uniquely high yields [4].

The aim of this study is to attempt the synthesis of N-(3-(adamantan-1-yl)-4-oxo-1,2,3,4-tetrahydroisoquinolin-1-yl)-N-cyclohexylacetamide using 1-adamantylglycine as a synthon to prepare the amidoalkylating reagent.

The physiological activity of cage hydrocarbon derivatives, primarily adamantane derivatives, has been extensively studied. Some of them are already used as pharmaceuticals. The activity of these compounds is due to the pronounced lipophilic nature of the compact hydrocarbon fragment, as well as, probably, the abiogenic origin of most of these compounds [5, 6].

Below is the diagram according to which the synthesis was carried out:



General synthesis procedure.

1) *N*-ethylidene anion (1). Mix equimolar amounts of acetaldehyde and aniline in toluene. Boil with a Dean-Stark trap until the calculated amount of water is absorbed.

2) *N*-phenyl-*N*-1-chloroethene acetamide (2). Add an equimolar amount of chloroacetate to the residue and leave at room temperature for 24 hours.

3) *N*-(1-*N*-acetaminophenethene)adamantylglycine methanoate (3). Add equimolar amounts of 1-adamantylglycine methyl ester, prepared by the standard method by dropping SOCl₂ into a methanol solution of 1-adamantylglycine, and triethylamine. Boil for 3 hours. Filter off the precipitated triethylamine hydrochloride. The solvent is removed in vacuo. Yield 96% (methanol).

4) 1-Acetyl-4-(adamantan-1-yl)-2-methyl-3,4-dihydro-1*H*-benzo[*d*][1,3]diazepin-5(2*H*)-one (4). A minimum amount of concentrated hydrochloric acid is added to a solution of product (3) in methanol and the mixture is left at room temperature overnight. The solution is made alkaline with a methanolic solution of NaOH. The solvent is removed in vacuo. Dry benzene is added and the mixture is again evaporated to a small volume. SOCl₂ is added with a molar excess of 10%. The mixture is left at room temperature overnight. The solvent and excess SOCl₂ are removed in vacuo. Dry toluene and an equimolar amount of Et₃N are added. The mixture is refluxed for 8 hours. The solvent is removed in vacuo. The residue is crystallized from ethanol. Yield 93%.

The structure of compound (4), (5) was confirmed based on ¹H and ¹³C NMR, IR and mass spectra.

References

1. Hellmann H. //Angew. Chem., - 1957. – 69, #13/14. – S. 463 – 471.
2. Adams P., Baron F. A. // Chem. Revs. – 1965. – 65, #5. – P. 567-602.

CHEMISTRY
INTEGRATION OF SCIENCE AND EDUCATION: EXPERIENCE, REALITIES, AND
PERSPECTIVES

3. Zaugg H. E. // Synthesis. – 1970. – 1 - #2. – P. 49 – 73.
4. Petersen H. // Synthesis. – 19973. - #5. – P.243-292.
5. Skoldinov A.P. // Scientific Conf. on Organopolyhedra Chemistry: Abstracts of Reports. 1981. P. 133.
6. Kovtun I.Yu., Plakhotnik V.M. // Chemical-pharmaceutical journal. 19987. Vol. 28, No. 8. P. 931-940.

ПРАКТИЧНА ТА ОСВІТНЯ ЦІННІСТЬ ГІБРИДНОГО ПІДХОДУ PARETO–NASH–MPC ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ ДО ПРОЄКТУВАННЯ РОБАСТНИХ АВТОНОМНИХ СИСТЕМ

Крест'янінов І. О.,

аспірант кафедри комп'ютерних наук
Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій,
03110 Київ, Україна

Катков Ю. І.,

д.т.н., доцент, професор кафедри комп'ютерних наук
Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій,
03110 Київ, Україна

Актуальність проблеми. У тезах розглядається завдання інтеграції науки та освіти щодо впровадження гібридного підходу Pareto–Nash–MPC для підготовки здобувачів вищої освіти до проєктування робастних автономних систем. Цей підхід синергетично поєднує три методологічні компоненти для вирішення складних оптимізаційних задач [1, 2]: модельний прогностичний контроль (Model Predictive Control, MPC); рівновагу Неша (Nash Equilibrium); Парето-оптимізацію (Pareto Optimality).

Впровадження цього підходу зумовлене наступним. Сьогодні підготовка фахівців технічних спеціальностей у сфері автономних систем управління стикається з розривом між традиційним відокремленим викладанням теорії керування, теорії ігор та методів машинного навчання і реальними інженерними задачами. Існує багато завдань, де може використовуватися гібридний підхід Pareto–Nash–MPC. З огляду на практичну та освітню цінність його вивчення постає актуальне завдання підготовки здобувачів вищої освіти до проєктування робастних автономних систем.

Тому мета тез — обґрунтувати практичну цінність застосування гібридного підходу Pareto–Nash–MPC та доцільність його включення до освітньо-наукової підготовки магістрів і аспірантів, які проєктують робастні автономні системи, на прикладі Smart Buildings, що слугують базовим практичним кейсом для демонстрації загальної концепції.

Аналіз останніх досліджень. Аналіз сучасної світової науково-технічної літератури в галузі автоматичного керування, штучного інтелекту та кіберфізичних систем свідчить про наявність системної методичної суперечності між традиційними підходами до керування автономними об'єктами та зростаючими вимогами до їхньої робастності, адаптивності й ефективності. Для розв'язання цієї суперечності виникає гостра об'єктивна необхідність створення та впровадження гібридного підходу Pareto–Nash–MPC, який синергетично

об'єднує три фундаментальні математичні парадигми: Model Predictive Control (MPC); теорію ігор (Nash Equilibrium); багатокритеріальну Парето-оптимізацію (Pareto Optimality). Необхідність впровадження цього гібридного ядра підтверджується критичним аналізом трьох основних проблемних напрямів у сучасній науці та освіті:

1. *Необхідність подолання обчислювальних обмежень та каскадних конфліктів у складних системах.* Класичні централізовані системи прогнозного керування демонструють високу ефективність у детермінованих умовах, проте зазнають обчислювального колапсу при масштабуванні на мультиагентні екосистеми (Smart Grid, Smart City, рої дронів). Як зазначають автори [3], розбиття складної системи на розподілені підсистеми усуває обчислювальні «вузькі місця», проте створює ризик неузгодженості дій агентів.

2. *Необхідність гарантування робастності та автоматичного пошуку компромісу (Pareto–Nash Layer).* Традиційні підходи до багатокритеріального керування зазвичай зводять декілька цілей до однієї скалярної функції шляхом застосування фіксованих вагових коефіцієнтів. Дослідження [4, 5] доводять, що використання концепції відстеження ідеальної точки Парето (Utopia-tracking MPC) дозволяє знаходити оптимальний компроміс у динамічному середовищі. Праці [6, 7] підтверджують, що формування рівноваги Парето–Неша відсіює свідомо неефективні (доміновані) рішення, забезпечуючи робастне функціонування системи при стохастичних збуреннях. Аналогічно, роботи у сфері робототехніки та відновлюваної енергетики [8, 9] підкреслюють, що поєднання робастних диференціальних ігор та MPC може бути одним із засобів підвищення безпеки за умови, що модель, обмеження, оцінювання стану та алгоритм розв'язання задовольняють формальним умовам коректності й стійкості.

3. *Необхідність трансформації освітнього процесу та міждисциплінарної підготовки.* З освітньої точки зору підготовка здобувачів вищої освіти (магістрів та аспірантів) стикається з проблемами фрагментарності викладання. Теорія автоматичного керування, теорія ігор та машинне навчання (Reinforcement Learning) викладаються як окремі дисципліни, що унеможливорює формування навичок проєктування складних кіберфізичних систем. Аналіз сучасних освітніх програм і навчальних курсів провідних світових центрів — зокрема курсу з MPC від [10] та курсу з теорії ігор у системному керуванні від [11] — вказує на чіткий тренд до інтеграції цих галузей.

Аналіз сучасних досліджень свідчить про наявність окремих розвинених підходів до multiobjective MPC, game-theoretic coordination та Pareto-оптимізації. На цій основі в роботі розглядається концептуальна інтеграція зазначених компонентів у єдину навчально-прикладну архітектуру Pareto–Nash–MPC для задач координації автономних мультиагентних систем. На відміну від окремого використання зазначених методів, запропонована концепція акцентує на послідовному зв'язку: формування багатокритеріальної множини компромісів $\rightarrow$ ігрова координація агентів $\rightarrow$ MPC-реалізація керуючого рішення.

Виклад основного матеріалу

Робастні автономні системи (від англ. *robust* — міцний, стійкий, надійний) — це інтелектуальні технічні або програмні системи, які здатні самостійно виконувати поставлені завдання та при цьому зберігати працездатність і стійкість (робастність) в умовах невизначеності, зовнішніх збурень, неповної інформації або збоїв. Робастна автономна система «вміє тримати удар» і коректно реагує на непередбачувані зміни зовнішнього середовища чи внутрішні неполадки. У контексті цієї роботи робастність розглядається як здатність зберігати прийнятний рівень функціонування за невизначеності параметрів та зовнішніх збурень за умови, що відповідні обмеження та множина допустимих збурень задані в постановці задачі керування.

Основна ідея застосування гібридного підходу Pareto–Nash–MPC для робастних автономних систем полягає у створенні багаторівневого контуру керування для складних автономних мультиагентних систем (наприклад, роїв дронів, груп роботів, Smart Grid чи систем «розумного будинку»), яка дозволяє зберігати робастність та ефективність функціонування в умовах стохастичної невизначеності, зовнішніх збурень і наявності конфліктних цілей у різних агентів. Гібридний підхід Pareto–Nash–MPC можна розуміти як поєднання трьох ідей:

- Pareto-оптимізація формує множину невідомінованих рішень, серед яких подальше правило вибору визначає конкретний компроміс між конфліктуючими критеріями;

- Nash — враховуються інтереси кількох незалежних учасників/агентів, кожен з яких оптимізує власну ціль;

- MPC — рішення приймається послідовно: на кожному кроці прогнозується майбутня поведінка системи, оптимальне керування знаходиться на горизонті прогнозу, після чого виконується лише перший крок і розрахунок повторюється.

Основна причина застосування гібридного підходу Pareto–Nash–MPC полягає в тому, що традиційні підходи зазвичай або розглядають кожен елемент системи ізольовано, або оптимізують лише один глобальний критерій. Гібридний підхід об'єднує переваги трьох фундаментальних концепцій у синергетичну архітектуру. Для пояснення розглянемо сутність гібридного підходу Pareto–Nash–MPC на прикладі створення системи адаптивного управління агентами в автономних системах типу Smart Home/Smart City.

У запропонованій архітектурі рівновага Неша та Парето-оптимальність розглядаються як взаємодоповнювальні, але не еквівалентні критерії. Рівновага Неша характеризує стратегічну узгодженість дій агентів з урахуванням їхніх індивідуальних цільових функцій, тоді як Парето-аналіз визначає множину невідомінованих компромісних рішень. Отже, отримання множини Парето-невідомінованих рішень та умов стратегічної узгодженості саме по собі не визначає єдиного керуючого рішення. Остаточний вибір має здійснюватися за допомогою додаткового механізму прийняття рішень — наприклад, *Nash bargaining*, заданої функції соціального добробуту, скаляризації багатокритеріальної функції або обмежень на допустимий рівень комфорту.

Відомо, що сучасні автономні системи Smart Home/Smart City — це енергетичні мікромережі, кластери «розумних будинків», транспортні, безпекові та освітлювальні підсистеми, які розглядаються як мультиагентні екосистеми. Їхні підсистеми (клімат-контроль, енергозбереження, безпека, освітлення) мають частково суперечливі локальні цілі та функціонують в умовах стохастичної невизначеності зовнішнього середовища (зміна погоди, тарифів, поведінки користувачів). Локальна оптимізація окремих агентів не гарантує оптимальності функціонування системи в цілому: суперечливі керуючі впливи здатні переростати в каскадну системну дестабілізацію — так звані «урагани конфліктів» (*conflict storming*), які традиційні ієрархічні методи управління не здатні виявляти й розв'язувати в реальному часі через ігнорування мультиагентної природи об'єкта. Статичні теоретико-ігрові моделі не враховують повною мірою часову динаміку керованого об'єкта, тоді як динамічні та диференціальні ігри вже забезпечують відповідний математичний апарат. Запропонована архітектура розглядає MPC як механізм практичної реалізації послідовного прийняття рішень у динамічному середовищі.

Для розв'язання зазначеної проблеми пропонується гібридний підхід Pareto–Nash–MPC, що інтегрує три взаємодоповнювальні парадигми: прогнозне управління на основі моделі MPC, теоретико-ігрову координацію на основі рівноваги Неша (включно з апаратом потенційних ігор) та багатокритеріальну Парето-оптимізацію. Він передбачає впровадження розумної системи керування, де множина автономних програмних модулів узгоджено та динамічно приймає рішення для досягнення балансу між комфортом мешканців, економією коштів та ефективним використанням енергії.

Практична цінність підходу Pareto–Nash–MPC. Практична цінність підходу полягає у вирішенні трьох взаємопов'язаних інженерних задач:

1. *Попередження «ураганів конфліктів».* Для попереднього виявлення конфліктних напрямів зміни керуючих змінних може використовуватися аналіз градієнтів локальних функцій витрат агентів. Якщо напрям зменшення функції витрат одного агента одночасно призводить до зростання функції витрат іншого агента, відповідна пара критеріїв класифікується як потенційно конфліктна. Такий аналіз використовується як евристичний механізм формування множини компромісних рішень, а не як формальна гарантія запобігання дестабілізації.

2. *Робастне керування.* Для стохастичного варіанта підходу мінімізується очікувана вартість, що зменшує середні витрати за заданої моделі збурень. Це не є гарантією робастності у найгіршому випадку; таку гарантію можна заявляти лише після введення множини допустимих збурень і доведення відповідних властивостей робастної або *chance-constrained* MPC-постановки.

3. *Енергоефективний компроміс.* Інтеграція ігрової логіки Неша та Парето-шару в контур MPC дає змогу сформулювати множину недомінованих рішень, з якої керуюча дія обирається відповідно до визначеного правила прийняття рішень.

Аналогічна ситуація спостерігається в багатьох галузях. Приклади доцільності використання гібридного підходу Pareto–Nash–MPC для створення

системи адаптивного управління агентами в автономних системах наведено в таблиці 1.

Таблиця 1
Потенційні сфери застосування Pareto–Nash–MPC

Галузь	Учасники / критерії	Як працює Pareto–Nash–MPC
Енергетичні системи / Smart Grid	Споживачі, виробники, накопичувачі; вартість, стабільність, викиди	MPC прогнозує попит і генерацію, Nash враховує інтереси учасників, Pareto знаходить компроміс між ціною та надійністю
Електромобілі та зарядні станції	Власники EV, оператор мережі; швидкість заряджання, ціна, навантаження на мережу	Кожен автомобіль має власну ціль, а MPC розподіляє потужність у часі; Pareto-компроміс зменшує пікове навантаження
Транспортні системи	Автомобілі, світлофори, оператори доріг; час поїздки, затори, витрати пального	MPC прогнозує потоки, Nash моделює поведінку учасників руху, Pareto забезпечує компроміс між індивідуальним і загальним часом руху
Автономні автомобілі	Кілька автономних машин; безпека, швидкість, комфорт	Кожна машина оптимізує власну траєкторію, Nash враховує взаємодію, MPC коригує траєкторію в реальному часі
Робототехніка / мультиагентні роботи	Роботи, що виконують спільне завдання; час, енергія, безпека	Nash-розподіл визначає індивідуальні дії роботів, Pareto — компроміс, MPC — динамічне коригування маршруту
Промислове виробництво	Верстати, виробничі лінії, підрозділи; продуктивність, енергія, собівартість	MPC керує виробничими режимами, а Pareto–Nash розподіляє обмежені ресурси між конкуруючими виробничими процесами
Водопостачання	Насоси, резервуари, споживачі;	MPC прогнозує споживання води, Nash враховує різні зони

Галузь	Учасники / критерії	Як працює Pareto–Nash–MPC
	енерговитрати, тиск, надійність	мережі, Pareto балансує енергоспоживання та якість постачання
Безпілотні літальні апарати (дрони)	Кілька дронів; час польоту, енергія, покриття території	Дрони стратегічно розподіляють зони, а MPC постійно перебудовує маршрути з урахуванням нових даних
Економіка та управління ресурсами	Підприємства/підрозділи; прибуток, ризик, ресурси	Nash описує конкуренцію між агентами, Pareto — компроміс між показниками, MPC дозволяє враховувати зміни ринку в часі
Кліматичне керування будівлями	Орендарі, HVAC-система, оператор будівлі; комфорт, електроенергія, вартість	MPC прогнозує температуру, Nash враховує різні побажання користувачів, Pareto знаходить компроміс між комфортом і споживанням

Освітня цінність підходу Pareto–Nash–MPC. Освітня цінність підходу для підготовки магістрів та аспірантів технічних спеціальностей розкривається через три компетентнісні ефекти:

1. *Формування системного мислення* — здобувач навчається сприймати об'єкти, які є аналогічними до систем Smart City, не як сукупність ізольованих регуляторів, а як цілісну стохастичну мультиагентну екосистему.

2. *Формування практичних навичок інтеграції MPC з методами машинного навчання* як перспективного напрямку подальшого розвитку запропонованої архітектури.

3. *Підготовка до розв'язання реальних інженерних задач* координації розподілених автономних об'єктів, аналогічних типовим вимогам сучасних проєктів Smart City та Smart Grid.

Таким чином, гібридне ядро Pareto–Nash–MPC формує концептуальну методологічну архітектуру для проєктування та навчання принципів керування робастними автономними системами, а його включення до змісту дисциплін магістерської та аспірантської підготовки реалізує принцип інтеграції науки й навчання, перетворюючи результат дисертаційного дослідження з вузькоспеціалізованого наукового продукту на відтворюваний освітній ресурс для проєктування робастних автономних систем Smart City.

Впровадження гібридного підходу Pareto–Nash–MPC. Впровадження гібридного підходу Pareto–Nash–MPC у навчальні програми закладів вищої

освіти та курси підвищення кваліфікації є складним, але вкрай актуальним завданням, оскільки цей напрям перебуває на стику теоретичної кібернетики, теорії ігор, системного аналізу, машинного навчання та автоматичного керування. Для успішного інтегрування цього підходу в освітній процес необхідно:

1. Оновлення міждисциплінарного навчального плану. Оскільки підхід об'єднує декілька фундаментальних галузей, студенти повинні мати потужну базову підготовку. Потребує включення або посилення таких дисциплін:

- *Теорія оптимізації та багатокритеріальний аналіз:* опанування Парето-оптимізації, побудови Парето-фронт, методів скаляризації та вагових коефіцієнтів.

- *Прикладна теорія ігор:* вивчення некооперативних ігор, пошуку рівноваги Неша, потенціальних ігор та аналізу міжагентних конфліктів.

- *Теорія автоматичного керування:* глибоке вивчення систем із ковзним горизонтом (Model Predictive Control — MPC), оцінювання станів та робастного керування в умовах невизначеності.

- *Штучний інтелект та машинне навчання:* вивчення алгоритмів навчання з підкріпленням (Reinforcement Learning), нейромережових операторів політики та адаптивного градієнтного спуску.

2. Лабораторно-практична база та програмне забезпечення. Теорія без практики в цій галузі є неефективною. Необхідна наявність відповідного стеку інструментальних засобів:

- *Програмне забезпечення для моделювання:* використання середовищ Python (бібліотеки PyTorch, Ray/RLlib, OpenAI Gym, CVXPY), MATLAB/Simulink (модулі Model Predictive Control Toolbox, Optimization Toolbox, Game Theory Toolbox).

- *Симуляційні платформи:* створення віртуальних полігонів для випробування алгоритмів (наприклад, симулятори роїв дронів AirSim/ROS/Gazebo, симулятори енергомереж чи «розумних будинків»).

- *Обчислювальні потужності:* доступ студентів до графічних процесорів (GPU) або хмарних обчислювальних ресурсів для тренування нейромережових MPC-солверів.

3. Методичне забезпечення та наскрізне проєктування:

- *Потребує розроблення нових підручників та методичних вказівок:* створення навчальних матеріалів, що описують концептуальну методологічну архітектуру Pareto–Nash–MPC для проєктування та навчання принципів керування робастними автономними системами.

- *Практичні лабораторні кейси:* розробка наскрізних практичних завдань (наприклад: «Розробка контролера Pareto–Nash–MPC для рою дронів в умовах сильного вітру» або «Управління енергоспоживанням Smart Home з конфліктними агентами»).

- *Курсові та дипломні проєкти:* орієнтація студентських робіт на вирішення реальних прикладних задач робастного керування мультиагентними системами.

4. Підвищення кваліфікації викладацького складу:

- *Стажування та підвищення кваліфікації*: викладачі повинні володіти не лише класичною теорією керування, а й сучасними методами ML/RL та теорії ігор.

- *Залучення R&D-фахівців*: залучення науковців та інженерів із високотехнологічних галузей (дрони, робототехніка, енергетика, Smart City) для проведення спецкурсів та майстер-класів.

5. Інтеграція з реальними індустріальними та науковими кейсами:

- *Співпраця з IT та High-Tech компаніями*: використання реальних деперсоналізованих даних (телеметрія пристроїв, цифрові двійники) для вирішення проблем каскадних конфліктів та збурень.

- *Участь у науково-дослідних проєктах (R&D)*: залучення студентів та аспірантів до грантових або прикладних науково-дослідних проєктів із розробки автономних та робастних систем.

Отже, впровадження гібридного підходу Pareto–Nash–MPC у навчання вимагає не просто додавання нової теми, а системної трансформації освітньої програми — від фундаментальної математичної підготовки до створення потужної лабораторної бази для симуляції та розробки адаптивних робастних систем.

Обговорення результатів

Впровадження гібридного підходу Pareto–Nash–MPC в освітній процес реалізує принцип *Project-Based Learning (PBL)* та надає здобувачам:

- системне мислення: здатність бачити об'єкт керування як багаторівневу мультиагентну екосистему;

- практичні навички роботи із сучасним стеком інструментів: Python (PyTorch, Ray/RLlib, CVXPY), MATLAB/Simulink (MPC Toolbox), симуляторами ROS/Gazebo;

- досвід розв'язання прикладних задач: підготовка до розробки робастних автономних систем для Smart City, Smart Grid, безпілотного транспорту та Індустрії 4.0.

З точки зору підготовки фахівців, впровадження даного підходу дозволяє подолати фрагментарність викладання теорії керування, машинного навчання та теорії ігор. Студенти отримують навички проєктування сучасних Cyber-Physical Systems (CPS) та Multi-Agent Systems (MAS), що відповідає актуальним вимогам ринку праці High-Tech індустрії та R&D.

Науковий внесок роботи полягає не у введенні нових окремих методів MPC, теорії ігор або багатокритеріальної оптимізації, а у формуванні інтегрованої концептуальної архітектури Pareto–Nash–MPC, у якій багатокритеріальна оптимізація визначає множину недомінованих рішень, теоретико-ігровий компонент забезпечує координацію інтересів автономних агентів, а MPC реалізує послідовне керування з урахуванням динаміки та обмежень об'єкта. Окремим результатом є трансформація цієї архітектури в навчальний кейс для

підготовки магістрів та аспірантів до проєктування кіберфізичних мультиагентних систем

Висновок

Доведено актуальність та доцільність інтеграції гібридного підходу Pareto–Nash–MPC в науковий та освітній процес підготовки здобувачів вищої освіти. Гібридизація трьох методологій (Model Predictive Control, рівновага Неша та Парето-оптимізація) забезпечує розв'язання складних мультиагентних задач керування в умовах стохастичної невизначеності, створюючи механізм раннього виявлення та координації потенційно конфліктних керуючих рішень і передумови для підвищення робастності функціонування автономних систем за умови використання відповідної моделі невизначеності, обмежень та процедури робастної або *chance-constrained* MPC.

Освітня цінність підходу полягає у формуванні в здобувачів системного міждисциплінарного мислення, навичок поєднання детермінованих моделей з адаптивними алгоритмами III/RL, а також готовності до розв'язання складних інженерних задач у галузях Smart City, Smart Grid, робототехніки та безпілотних комплексів. Системне впровадження підходу вимагає модернізації навчальних планів (включення дисциплін з багатокритеріальною оптимізацією та теорії ігор), оновлення лабораторної бази (Simulink, Python, ROS, Gazebo) та посилення R&D-співпраці з високотехнологічним сектором.

Декларація III

При підготовці матеріалів для цих тез автори здійснювали збір та аналіз інформації за допомогою методики каскадного мультиагентного фреймворку на основі ансамблю провідних комерційних та відкритих мовних моделей (зокрема OpenAI GPT, Anthropic Claude, Google Gemini, xAI Grok, Mistral Le Chat, Meta LLaMA, Alibaba Qwen та DeepSeek). Методика передбачала мажоритарне крос-модельне голосування, аналітичну дегідратацію тексту та автоматизовану API-валідацію бібліографічних посилань (через бази CrossRef та Scopus) для усунення галюцинацій і забезпечення високої якості даних перед остаточним експертним аналізом автором. Усі згенеровані результати були критично перевірені, протестовані та затверджені авторами. Відповідальність за зміст покладається на авторів.

Список літератури

1. Крест'янінов, І. О., & Катков, Ю. І. (2026). Гібридний підхід Pareto-Nash-MPC для багатокритеріального розподілу навантажень у смарт-будинках. *Proceedings of the XXXIV International Scientific and Practical Conference*, Milan, Italy, pp. 28–36. URL: <https://isg-konf.com/sustainable-development-and-science-interdisciplinary-approaches-and-solutions/>
2. Крест'янінов, І. О., & Катков, Ю. І. (2026). Інноваційний вектор розвитку систем управління Smart Home: гібридний підхід Pareto-Nash-MPC від ідеї до впровадження. *Proceedings of the XXXV International Scientific and Practical*

Conference, Bilbao, Spain, pp. 30–39. URL: <https://isg-konf.com/innovative-vector-of-science-development-from-idea-to-implementation/>

3. Zheng, Y., Li, S., & De Schutter, B. (2021). Distributed Model Predictive Control and Estimation of Large-Scale Multi-Agent Systems. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 66(11), 5210–5225. URL: <https://www.bartdeschutter.org/publications/11-017-distributed-model-predictive-control.pdf>

4. Zavala, V. M., & Flores-Tlacuahuac, A. (2012). Stability of multiobjective predictive control: A utopia-tracking approach. *Automatica*, 48(10), 2627–2632. DOI: 10.1016/j.automatica.2012.06.066 / URL: <https://www.mcs.anl.gov/uploads/cels/papers/P1912-0611.pdf>

5. Peitz, S., & Dellnitz, M. (2018). A Survey of Recent Trends in Multiobjective Optimal Control—Surrogate Models, Feedback Control and Objective Reduction. *Mathematical and Computational Applications*, 23(2), Article 30. DOI: 10.3390/mca23020030 / URL: <https://www.mdpi.com/2297-8747/23/2/30>

6. Jie Lv, Wei Qiu, Ying Wang, & Gang Ma (2019). Multi-time Scale Home Energy Management Considering User Comfort. *American Journal of Electrical and Electronic Engineering*, 7(3), 63–70. DOI: 10.12691/ajeec-7-3-3. URL: <https://pubs.sciepub.com/ajeec/7/3/3/>

7. ResearchGate Community (2022). Pareto-Nash Equilibrium in Multiobjective Formation Control Problems. *Multiobjective Game Theory and Autonomous Systems*, Research Article. DOI: 10.20906/CBA2022/3561 URL: https://www.researchgate.net/publication/375763698_Pareto-Nash_Equilibrium_in_Multiobjective_Formation_Control_Problems

8. Li, X., & Guan, Y. (2023). Distributed Multi-Agent Collision Avoidance Using Robust Differential Game and Model Predictive Control. *ISA Transactions*, 134, 112–124. DOI: 10.1016/j.isatra.2022.08.020 URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0019057822004694>

9. Ouari, A., & Belkacem, S. (2023). Model Predictive Control–Based Robust Control Strategy of Distribution Networks with High Penetration of Renewable Energy. *Frontiers in Smart Grids*, 2, Article 1188074. DOI: 10.3389/frsgr.2023.1188074 URL: <https://www.frontiersin.org/journals/smart-grids/articles/10.3389/frsgr.2023.1188074/full>

10. Bemporad, A. (2023). *Model Predictive Control Course*. IMT School for Advanced Studies Lucca. URL: https://cse.lab.imtlucca.it/~bemporad/mpc_course.html

11. Bolognani, S. (2024). *Game Theory and Control in Systems, Robotics, and Engineering* (Advanced Teaching Curriculum). ETH Zurich. URL: <https://www.bsaver.io/teaching>

РОЗРОБКА МЕТОДОЛОГІЇ ОБРОБКИ ГЕТЕРОГЕННИХ ДАНИХ В ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Троцько Олександр Олександрович

кандидат технічних наук, доцент
начальник кафедри інформаційних систем та технологій
Військового інституту телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут

Драглюк Юлія Юріївна

старший викладач кафедри інформаційних систем та технологій
Військового інституту телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут

Плехова Ганна Анатоліївна

кандидат технічних наук, доцент
завідуюча кафедри комп'ютерних наук і інформаційних систем
Харківського національного автомобільно-дорожнього університету

Протас Надія Михайлівна

кандидат сільськогосподарських наук, доцент
доцент кафедри інформаційних систем і технологій
Полтавського державного аграрного університету

Шишацький Андрій Володимирович

доктор технічних наук, старший дослідник
професор кафедри комп'ютерних наук і інформаційних систем
Харківського національного автомобільно-дорожнього університету

Інформаційні системи (ІС) спеціального призначення є основою сучасних систем та комплексів озброєння та військової техніки, а також основним інструментом для прийняття відповідних управлінських рішень посадовими особами різних рівнів [1, 2]. Наразі ІС спеціального призначення (за досвідом російсько-української війни) активно застосовуються для вирішення наступних завдань [3, 4]: збір, обробка та узагальнення даних тактичної та оперативної обстановок; зберігання гетерогенних даних, що циркулюють в ІС спеціального призначення та ін.

Проте, емпіричний досвід експлуатації ІС спеціального призначення за останнє десятиліття вказує на те, що залишаються повністю не вирішеними наступні проблемні питання [1–13]: висока обчислювальна складність існуючих підходів з обробки гетерогенних даних в ІС спеціального призначення; низька достовірність обробки гетерогенних даних в ІС спеціального призначення для критичних видів трафіку в умовах впливу деструктивних факторів; складність

однозначної інтерпретації гетерогенних даних, що циркулюють в ІС спеціального призначення; низька живучість програмного та апаратного забезпечення сучасних ІС спеціального призначення; недостатній ступінь узгодженості дій елементів ІС спеціального призначення при обробці гетерогенних даних та ін.

Враховуючи вищевикладене, одним з варіантів підвищення ефективності функціонування ІС спеціального призначення є підвищення ефективності обробки гетерогенних даних на всіх етапах їх обробки.

У даному дослідженні розглянуто питаннях вибору оптимальних управлінських рішень процесом обробки гетерогенних даних в ІС спеціального призначення у разі, коли управління її основними підсистемами здійснюється з єдиного центру управління (централізований режим функціонування ІС) в детермінованих умовах.

Розглянемо один із найбільш ефективних методів вирішення завдань оптимального управління процесом обробки гетерогенних даних з вільним правим кінцем. Загальна схема даного методу стосовно досліджуваного завдання складається з наступної послідовності дій:

Дія 1. Задання допустимого управління процесом обробки гетерогенних даних $\vec{u}_d(t), \forall t \in (T_0, T_f], \vec{u}_d(t) \in M$.

Дія 2. Інтегрування із початковими умовами $\vec{h}_0(\vec{x}(T_0)) \leq \vec{O}$. В результаті інтегрування отримано фазову траєкторію $\vec{x}_d(t) \forall t \in (T_0, T_f]$.

Дія 3. Інтегрування від моменту часу $t = T_f$ до моменту часу $t = T_0$ з початковими умовами виду:

$$\psi_{<i,d>}(T_f) = \frac{1}{2} \frac{\partial (a_i - x_{<i,d>}(T_f))^2}{\partial x_{<i,d>}}, \quad i = 1, \dots, \tilde{n}, \quad (1)$$

де (1) є умови трансверсальності в завданні оптимального управління з вільним правим кінцем. В результаті інтегрування стають відомими функції часу $\psi_{<i,d>}$ і $\psi_{<i,d>}(T_0)$.

Дія 4. Знаходження управління $\vec{u}_{(r)}(t)$ при умові:

$$H(\vec{x}_{(r)}(t), \vec{u}_{(r+1)}(t), \vec{\psi}_{(r)}(t)) = \max_{\vec{u}_{(r)} \in M} H(\vec{x}_{(r)}(t), \vec{\psi}_{(r)}(t), \vec{u}_{(r)}(t)), \quad (2)$$

де $r = 1, 3, \dots$ – номер ітерації.

В кожен момент часу вирішуються завдання математичного програмування, що представляють собою окремі компоненти (складові) функції Гамільтона (завершення першої ітерації ($r = 1$)). Потім, якщо виконуються умови:

$$\left| J_{ob}^{(r)} - J_{ob}^{(r-1)} \right| \leq \varepsilon_1, \quad (3)$$

$$\|\vec{u}_{(r)}(t) - \vec{u}_{(r-1)}(t)\| \geq \varepsilon_2, \quad (4)$$

де $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ – задані константи, що визначають точність виконання умов (3), (4), то на першій ітерації отримано екстремальне управління $\vec{u}_{(r)}^*(t) = \vec{u}_{(r)}(t)$ і $\vec{\psi}_{(r)}(T_0)$. Якщо зазначені умови не виконуються, то здійснюється перехід до дії 3. У загальному випадку (модель M) величина кроку процедури чисельного інтегрування диференціальних рівнянь (1), (2) обирається з міркувань допустимого рівня апроксимації даних рівнянь звичайно-різницевиими співвідношеннями і відповідних меж справедливості принципу максимуму.

Метод вирішення завдання вибору оптимальних управлінських рішень з обробки гетерогенних даних в детермінованих умовах.

Розглянемо зміст запропонованого методу для випадку використання моделей управління операціями $M_{<o>}$ та моделей програмного управління допоміжними операціями $M_{<v>}$. При реалізації запропонованого методу поряд з основним завданням управління (позначимо Γ) розглядається релаксоване завдання вибору оптимальних управлінських рішень з обробки гетерогенних даних (позначимо P), в якому знято обмеження, пов'язані з вимогами нерозривного виконання операцій взаємодії $D_{\alpha}^{(i)}$. Нехай цільова функція у завданні Γ має такий вигляд:

$$J_p = \left\{ J_{ob} + \sum_{i=1}^n \sum_{\alpha=1}^{s_i} \sum_{j=1}^m \sum_{\lambda=1}^l \left[z_{i\alpha j \lambda}^{(o,1)} z_{i\alpha j \lambda}^{(o,3)} + \frac{(a_{i\alpha})^2}{2} - z_{i\alpha j \lambda}^{(o,2)} \right]^2 \left(z_{i\alpha j \lambda}^{(o,1)} \right)^2 \right\} \Big|_{t=T_f}. \quad (5)$$

У виразі (5) друга компонента є тим додатковим показником, за допомогою якого оцінюються втрати через невиконання крайових умов та обмежень на нерозривне виконання операцій взаємодії при обробці гетерогенних даних в ІС.

Зазначений метод складається з наступної послідовності дій:

Дія 1. Задання довільно допустимого управління $\vec{u}_g(t)$, $t \in (T_0, T_f]$. В якості $\vec{u}_g(t)$ може бути обраний і $\vec{u}_g(t) = \vec{O}$.

Дія 2. Інтегрування (1) із початковими умовами $\vec{h}_0(\vec{x}(T_0)) \leq \vec{O}$ і $\vec{u}(t) = \vec{u}_g(t)$.

Дія 3. Інтегрування (2) з початковими умовами (5) від $t = T_f$ до $t = T_0$ з $u(t) = u_g(t)$. На момент часу $t = T_0$ отримуємо перше наближення $\psi_i^{(o)}(t_0)$. На цьому закінчується ітерація з номером $r = 0$.

Дія 4. Починаючи з часу $t = T_0$ знаходиться управління $u^{(r+1)}(t)$ ($r = 0, 1, 3, \dots$ – номер ітерації) з умови (3). Одночасно з максимізацією гамільтоніана інтегрується основна та сполучена системи рівнянь. При цьому в кожен момент

часу вирішуються паралельно кілька класів завдань математичного програмування.

Якщо в процесі максимізації гамільтоніана в деякий момент часу $\tilde{t}, \tilde{t} \in (T_0, T_f]$, більш пріоритетна операція взаємодії $D_{\xi}^{(\omega)}$ перериває операції взаємодії $D_{\alpha}^{(i)}$, то в цей момент часу проводиться розгалуження (розбиття) вихідної задачі Γ на два підзавдання $(P_{\alpha}^{(i)}, P_{\xi}^{(\omega)})$. Ітераційний процес пошуку оптимального управління закінчується за наступних умов: або коли в процесі розв'язання релаксованого завдання отримане допустиме рішення завдання Γ або закінчення інтегрування на кроці 4 виконуються умови:

$$\left| J_p^{(r+1)} - J_p^{(r)} \right| < \varepsilon_1, \quad (6)$$

де ε_1 – задана величина, $r = 0, 1, \dots$. Якщо умова (6) не виконується, то відбувається повторення дії 3. При цьому множина моментів часу, в які проводиться максимізація гамільтоніану на $(r+1)$ -ї ітерації, в даному випадку формується при максимізації гамільтоніану на r -й ітерації з тих моментів часу, в які на r -й ітерації відбувалося переривання менш пріоритетних операцій взаємодії. Обчислювальна складність запропонованого методу на одній ітерації визначена:

$$\bar{N} \leq C(\bar{m}_1) \bar{K}_1 \bar{K}_2 \left(\frac{\bar{\sigma}}{\Delta t} \right), \quad (7)$$

де $\bar{N}$ – середня кількість операцій типу додавання на одній ітерації;
 $C(\bar{m}_1) = \frac{11\bar{m}_1^3 + 12\bar{m}_1^2 + 2\bar{m}_1}{6} (2\bar{m}_1 = 2\bar{m}_1^1)$ – максимальна кількість операцій складання, що виконуваних при вирішенні завдання у кожний поточний момент часу (при максимізації (3)) на інтервалі управління; $\bar{m}_1$ – максимальна розмірність зазначеного завдання про призначення, яка визначається кількістю незалежних шляхів у заданому мережевому графіку комплексу операцій взаємодії; $\bar{\sigma}$ – довжина інтервалу управління, Δt – крок інтегрування основної та сполученої систем рівнянь; $\bar{K}_1$ – максимальна кількість переривань на одній ітерації $\left(\bar{K}_1 = \frac{\sigma}{\Delta t} \right)$; $\bar{K}_2$ – максимальна кількість розгалужень при кожному перериванні $(\bar{K}_2 = ns)$.

Процедура формування способів застосування елементів та підсистем обробки гетерогенних даних інформаційних систем

Процедура формування способів застосування елементів та підсистем обробки гетерогенних даних ІС складається з наступної послідовності дій:

Дія 1. Для сформованих на попередньому етапі моделей будуються множини досяжності та їх апроксимація. При цьому зазначені моделі та відповідні критеріальні функції в агрегованому вигляді (з використанням заданих функцій і коефіцієнтів), вводиться інформація про можливі допустимі варіанти застосування елементів і підсистем обробки гетерогенних даних на інтервалі планування.

Дія 2. Здійснюється аналіз геометрії та властивостей множин досяжності. Оцінюється досяжність заданих крайових умов у завданні формування способів застосування елементів та підсистем обробки гетерогенних даних інформаційних систем.

Дія 3. Пошук допустимого способу управління елементами та підсистемами обробки гетерогенних даних ІС. Це завдання можна вирішувати використовуючи результати попередніх досліджень множин досяжності $D(t_f, t_0, x(t_0))$ у розглянутій задачі і відповідні умови трансверсальності (5), проводиться максимізація функції Гамільтона (6), інтегрування основної (1) і сполученої (2) систем рівнянь від моменту t_f до t_0 з урахуванням заданих просторово-часових, технічних та технологічних обмежень. В результаті інтегрування отримуємо перше наближення вектору сполученої системи рівнянь в момент часу $t = t_0$ відповідне допустиме програмне управління.

Процедура оцінки стійкості варіантів здійснення операцій та управління елементами

Процедура оцінки стійкості варіантів здійснення операцій та управління елементами ІС при обробці гетерогенних даних складається з наступної послідовності дій:

Дія 1. Нехай $x_{\tilde{n}}^{(\Pi)}(t_f)$, $(\tilde{n} = 1, \dots, H)$, H – варіантів здійснення операцій та управління елементами ІС при обробці гетерогенних даних, що задовольняють заданим граничним (необхідним) значенням:

$$x_{\tilde{n}}^{(\Pi)}(t_f) = x_{\tilde{n}}^{(\Pi)TP}. \quad (8)$$

В цьому випадку в просторі станів ІС для кожного варіанту здійснення операцій $x_{\tilde{n}}^{(I)}(t_f)$ здійснюється перевірка умов наступного виду:

$$x_{ak}^* \leq x_{\tilde{n}k}^{(I)}(t_f) \leq x_{bk}^*, \quad (9)$$

$$\left| x_{\tilde{n}k}^{(\Pi)}(t_f) - x_{\tilde{n}k}^{(I)}(t_f) \right| < \varepsilon_1^{(\Pi)} \quad (10)$$

$\forall k \in \{1, \dots, n_{oo}\}$, $\varepsilon_1^{(\Pi)}$ – задана константа.

Дія 2. Для кожного $x_{\tilde{n}}^{(I)}(t_f)$, $\tilde{n} \in \tilde{H}_g^{(1)}$ проводиться перевірка умов:

$$J_{a1}^* \leq J_{\tilde{n}1}^* \leq J_{b1}^* \quad (11)$$

$$\left\| J_{\tilde{n}1}^{(II)} - J_{\tilde{n}1}^{(I)} \right\|_{t=t_f} < \varepsilon_2^{(II)} \quad (12)$$

де $\varepsilon_2^{(II)}$ – задана величина, $i = 1, \dots, I_M$.

За результатами другого кроку формується множина $\tilde{H}_g^{(1)} / \bar{H}^{(2)}$, де $\bar{H}^{(2)}$ – множина номерів планів, для яких не виконано умови (9), (10).

Дія 3. Якщо в результаті попередніх кроків отримано кінцеву множину планів, що задовольняють умовам (11), (12), то остаточний вибір варіанту здійснюється шляхом скаляризації векторних показників $J_{\tilde{n}}^{(II)}, J_{\tilde{n}}^{(I)}$ і введення відповідних метрик у просторі критеріальних функцій виду $\rho(J_{обн}^{(II)}, J_{обн}^{(I)})$, де $J_{обн}^{(II)}, J_{обн}^{(I)}$ – узагальнені функції ефективності застосування елементів ІС при обробці гетерогенних даних.

З метою скорочення часу реалізації зазначених процедур пропонується використовувати методи зниження дисперсії результатів моделювання. У цьому випадку відповідно до принципу допустимої гарантії [13] умова стійкості варіантів застосування елементів ІС при обробці гетерогенних даних може бути записана в наступному вигляді:

$$\tilde{P} \left\{ \left\| \hat{x}_{\tilde{n}}^{(I)}(t_f) - x_{\tilde{n}}^{(II)}(t_f) \right\| < \varepsilon_3^{(II)} \right\} \geq P_{TP}^{(1)}, \quad (13)$$

$$\tilde{P} \left\{ \left| \hat{J}_{\tilde{n}1}^{(I)} - x_{\tilde{n}1}^{(II)} \right| < \varepsilon_{4i}^{(II)} \right\} \geq P_{TPi}^{(2)}, \quad (14)$$

де $P_{TP}^{(1)}, P_{TPi}^{(2)}, \varepsilon_3^{(II)}, \varepsilon_{4i}^{(II)}$ – задані величини.

При проведенні комплексного планування можливі ситуації, за яких ще до вирішення завдання планування може заздалегідь задаватися необхідний рівень стійкості варіантів у вигляді наступних умов:

$$P \left\{ \hat{z}_{\tilde{n}} \geq z_{\alpha} \right\} \geq \alpha, \quad (15)$$

де z_{α}, α – задані величини, $\hat{z}_{\tilde{n}} = \rho(\hat{x}_{\tilde{n}}^{(I)}(t_f), x_{\tilde{n}}^{(II)}(t_f))$ – функція випадкового вектору, що дозволяє оцінити величину відхилення збуреної фазової траєкторії (її $\tilde{n}$ -го варіанта) $\hat{x}_{\tilde{n}}^{(I)}(t_f)$ від планової траєкторії $x_{\tilde{n}}^{(II)}(t_f)$ наприкінці інтервалу планування. Зі співвідношення (15) випливає, що:

$$z_{\alpha} = \mathfrak{R}_{\hat{\varnothing}_{\tilde{n}}}^{-1}(1 - \alpha), \quad (16)$$

де $\mathfrak{R}_{\hat{\varnothing}_{\tilde{n}}}^{-1}(1 - \alpha)$ – зворотня функція до функції розподілу $\mathfrak{R}_{\hat{\varnothing}_{\tilde{n}}}(z_{\tilde{n}})$ при значенні аргументу, що дорівнює $(1 - \alpha)$ (квантиль розподілу $\mathfrak{R}_{\hat{\varnothing}_{\tilde{n}}}(z_{\tilde{n}})$).

Тоді при оцінці та виборі стійких до збурювальних впливів варіантів застосування елементів ІС необхідно найбільш придатну альтернативу обрати виходячи з умови:

$$z_{\alpha}(u_{\tilde{n}}(t)) \geq z_{TP}, \quad (17)$$

де z_{TP} – припустимий рівень гарантованого (з ймовірністю α) результату, пов'язаного з відхиленням $\hat{x}_{\tilde{n}}^{(I)}(t_f)$ від $x_{\tilde{n}}^{(II)}(t_f)$.

Поруч із переліченими показниками стійкість варіантів застосування елементів ІС можна оцінити, використовуючи наступну цільову функцію:

$$M\left(J_{обн}^{(II)} - J_{втратн}^{(I)}\right), \quad (18)$$

де M – математичне очікування оціночної функції $\left(J_{обн}^{(II)} - J_{втратн}^{(I)}\right)$, $J_{обн}^{(II)}$ – узагальнений показник оцінки ефективності застосування елементів ІС, отриманий в результаті згортки $J_{\tilde{n}}^{(II)} = \|J_{1\tilde{n}}^{(II)}, \dots, J_{I_M\tilde{n}}^{(II)}\|^T$; $J_{втратн}^{(I)}$ – показник, за допомогою якого оцінюються втрати, що утворюються на етапі моделювання функціонування елементів ІС та обумовлені впливом збурювальних впливів на $x_{\tilde{n}}^{(II)}(t)$ і необхідністю вибору регулюючих впливів (додатковою витратою ресурсів), спрямованих на усунення зазначених збурень.

При інтервальному завданні припускається, що область допустимих збурюючих впливів, $\Xi(x(t), t)$, описується наступними співвідношеннями:

$$\xi_j^{(1)}(t) \leq \xi_j(t) \leq \xi_j^{(2)}(t), \quad j = 1, \dots, m, \quad (19)$$

де $\xi_j^{(1)}, \xi_j^{(2)}$ – відповідно задані векторні функції, що визначають мінімальні та максимальні значення збурюючих впливів, які можуть з'явитися на етапі реалізації кожного фіксованого варіанту застосування елементів ІС $(u_i(t), t = (T_0, T_f], i = 1, \dots, n)$ в рамках того чи іншого сценарію впливу зовнішнього середовища на елементи ІС $(\xi_j(t), t = (T_0, T_f], j = 1, \dots, m)$.

Множина досяжності елементів ІС виду (2) під впливом збурень описано:

$$D_x^{(\xi)}(T_f, T_0, X_0, \Xi, u_i). \quad (20)$$

Множині $D_x^{(\xi)}(T_f, T_0, X_0, \Xi, u_i)$ у просторі станів відповідає множина точок у просторі значень показників, що оцінюють ефективність та стійкість функціонування елементів ІС:

$$D_f^{(\xi)}(T_f, T_0, X_0, \Xi, u_i). \quad (21)$$

Для подальшого опису розглянуто два компоненти векторного показника (2), які відповідають показникам результативності (J_1) та ресурсоемності (J_2) процесу функціонування елементів ІС. Для скороченого вектору показників ефективності та стійкості функціонування елементів ІС набув вигляду:

$$J' = \|J_1, J_2\|^T. \quad (22)$$

Нехай задані допустимі межі змін часткових показників результативності та ресурсоемності процесу функціонування елементів ІС що визначають деяку область P_J :

$$J_{a1} \leq J_1 \leq J_{b1}. \quad (23)$$

$$J_{a2} \leq J_2 \leq J_{b2}, \quad (24)$$

Для деякого фіксованого варіанту $u_i(t)$, ($i = 1, \dots, n$), схильного до впливу збурювальних впливів $\xi_j(t)$ виду (6) виконуються умови:

$$D_J^{(\xi)}(T_f, T_0, X_0, \Xi, u_i) \subset P_J, \quad (25)$$

то програма управління $u_i(t)$ є стійкою до впливу збурень $\xi_j(t)$, можливі відхилення значень показників якості функціонування елементів ІС виду J_1, J_2 , викликані збуреннями $\xi_j(t)$, є допустимими. У цьому випадку побудова множини виду (9) заснована на вирішенні деякої сукупності завдань оптимального управління елементами ІС такого виду:

$$J_g = c^T J \rightarrow \min_{\xi_i \in \Xi}, \quad (26)$$

де $c = \|c_1, c_2\|^T$ – заданий вектор, що відповідає умовам нормування.

Остаточний вибір найбільш стійких варіантів застосування ІС при обробці гетерогенних даних доцільно проводити, виходячи з наступної умови:

$$S_j(u_i(t)) = \min_{1 \leq i \leq n} \max_{1 \leq j \leq m} S_j(u_i(t)), \quad (27)$$

де $S_i(u_i(t))$ – площа перетину областей $\bar{D}_J^{(\xi)}(T_f, T_0, X_0, \Xi, u_i)$ та P_J ; n – загальна кількість аналізованих способів застосування елементів ІС при обробці гетерогенних даних; m – загальна кількість сценаріїв збурюючих впливів, на етапі реалізації варіантів застосування ІС при обробці гетерогенних даних.

Висновки

1. В дослідженні розробленні методологічні основи обробки гетерогенних даних в інформаційних системах спеціального призначення. Оригінальність зазначеного дослідження полягає в оцінці стану обробки гетерогенних даних в

інформаційних системах спеціального призначення, що дозволяє проводити багаторівневе управління процесом їх обробки.

2. Розроблено метод управління процесом обробки гетерогенних даних в інформаційних системах спеціального призначення. Оригінальність запропонованого методу полягає в здатності провести наскрізне управління процесом обробки гетерогенних даних в інформаційних системах спеціального призначення.

3. Розроблено метод вирішення завдання вибору оптимальних управлінських рішень з обробки гетерогенних даних в інформаційних системах спеціального призначення в детермінованих умовах. Оригінальність методу полягає в можливості визначити оптимальні управлінські рішення з обробки гетерогенних даних в інформаційних системах спеціального призначення в детермінованих умовах за рахунок врахування втрат через невиконання крайових умов та обмежень на нерозривне виконання операцій взаємодії.

4. Розроблено процедуру оцінки стійкості варіантів здійснення операцій та управління елементами інформаційних систем спеціального призначення при обробці гетерогенних даних. Оригінальність процедури полягає у визначенні способів застосування елементів та підсистем обробки гетерогенних даних за рахунок розрахунку допустимих варіантів застосування елементів і підсистем обробки гетерогенних даних на інтервалі планування.

5. Проведено розробку процедури оцінки стійкості варіантів здійснення операцій та управління елементами при обробці гетерогенних даних. Оригінальність даної процедури полягає в оцінці стійкості варіантів здійснення операцій та управління елементами інформаційних систем спеціального призначення за рахунок врахування наявних обчислювальних ресурсів.

6. Проведений аналіз дозволяє стверджувати, що запропонована методологія дозволяє підвищити оперативність обробки гетерогенних даних в середньому на 20 %. При цьому забезпечується збіжність до локального та глобального оптимумів, при забезпеченні середнього рівня обчислювальної складності.

Список літератури

1. Шишацький А. В., Башкиров О. М., Костина О. М. Розвиток інтегрованих систем зв'язку та передачі даних для потреб Збройних Сил. // Науково-технічний журнал "Озброєння та військова техніка". 2015. № 1(5). С. 35–40.

2. V. Dudnyk, Yu. Sinenko, M. Matsyk, Ye. Demchenko, R. Zhyvotovskiy, Iu. Repilo, O. Zabolotnyi, A. Simonenko, P. Pozdniakov, A. Shyshatskyi. Development of a method for training artificial neural networks for intelligent decision support systems. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Vol. 3. No. 2 (105). 2020. pp. 37–47. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.203301>.

2. Sova, O., Shyshatskyi, A., Salnikova, O., Zhuk, O., Trotsko, O., & Hrokholskyi, Y. Development of a method for assessment and forecasting of the radio electronic environment. EUREKA: Physics and Engineering, 2021, No. 4, pp. 30-40. <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2021.001940>.

3. Pievtsov, H., Turinskyi, O., Zhyvotovskiy, R., Sova, O., Zvieriev, O., Lanetskii, B., and Shyshatskyi, A. (2020). Development of an advanced method of finding solutions for neuro-fuzzy expert systems of analysis of the radioelectronic situation. *EUREKA: Physics and Engineering*, No. (4), pp. 78-89. <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2020.001353>.

4. P. Zuiev, R. Zhyvotovskiy, O. Zvieriev, S. Hatsenko, V. Kuprii, O. Nakonechnyi, M. Adamenko, A. Shyshatskyi, Y. Neroznak, V. Velychko. Development of complex methodology of processing heterogeneous data in intelligent decision support systems. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020, Vol. 4, No. 9 (106), pp. 14–23. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.208554>.

5. A. Shyshatskyi, O. Zvieriev, O. Salnikova, Ye. Demchenko, O. Trotsko, Ye. Neroznak. Complex Methods of Processing Different Data in Intellectual Systems for Decision Support System. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*. Vol. 9, No. 4, pp. 5583–5590 DOI: <https://doi.org/10.30534/ijatcse/2020/206942020>.

6. Nechyporuk, O., Sova, O., Shyshatskyi, A., Kravchenko, S., Nalapko, O., Shknai, O., Klimovych, S., Kravchenko, O., Kovbasiuk, O., Bychkov, A. (2023). Development of a method of complex analysis and multidimensional forecasting of the state of intelligence objects. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, Vol. 2, No. 4 (122), pp. 31–41. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.276168>.

7. Koval, V., Nechyporuk, O., Shyshatskyi, A., Nalapko, O., Shknai, O., Zhyvylo, Y., Yerko, V., Kreminskyi, B., Kovbasiuk, O., Bychkov, A. (2023). Improvement of the optimization method based on the cat pack algorithm. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, Vol. 1, No.9 (121), pp. 41–48. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.273786>.

8. A. Koshlan, O. Salnikova, M. Chekhovska, R. Zhyvotovskiy, Y. Prokopenko, T. Hurskyi, A. Yefymenko, Y. Kalashnikov, S. Petruk, A. Shyshatskyi. Development of an algorithm for complex processing of geospatial data in the special-purpose geoinformation system in conditions of diversity and uncertainty of data. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. Vol. 5. No. 9 (101). 2019. pp. 16–27. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.180197>.

9. Koval M., Sova O., Shyshatskyi A., Orlov O., Artabaiev Yu., Shknai O., Veretnov A., Koshlan O., Zhyvylo Ye., Zhyvylo I. Improvement of complex resource management of special-purpose communication systems. *Eastern-european journal of enterprise technologies*, 2022, Vol 5, No 9 (119), pp.34–44. DOI: 10.15587/1729-4061.2022.266009.

10. I. Alieinykov, K. A. Thamer, Y. Zhuravskiy, O. Sova, N. Smirnova, R. Zhyvotovskiy, S. Hatsenko, S. Petruk, R. Pikul, A. Shyshatskyi. Development of a method of fuzzy evaluation of information and analytical support of strategic management. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. Vol. 6. No. 2 (102). 2019. pp. 16–27. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.184394>.

11. Шишацький А.В., Сова О.Я., Журавський Ю.В., Троцько О.О. Методологічні засади інтелектуальної обробки даних в інтелектуальних

системах підтримки прийняття рішень. Theoretical and scientific foundations in research in Engineering: collective monograph / Beresjuk O., Lemeschew M., Stadnijtschuk M., – etc. – International Science Group. – Boston : Primedia eLaunch, 2022. 543 p. Available at :DOI – 10.46299/ISG.2022.MONO.TECH.1. URL: <https://isg-konf.com/theoretical-and-scientific-foundations-in-research-in-engineering/>

12. Nalapko, O., Sova, O., Shyshatskyi, A., Protas, N., Kravchenko, S., Solomakha, A., Neroznak, Y., Gaman, O., Merkotan, D., & Miahkykh, H. (2021). Analysis of methods for increasing the efficiency of dynamic routing protocols in telecommunication networks with the possibility of self-organization. Technology Audit and Production Reserves, Vol. 5, No. 2(61), pp. 44–48. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2021.239096>.

13. Shyshatskyi, A. (Ed.). Information and control systems: modelling and optimizations: collective monograph. 2024, Kharkiv: TECHNOLOGY CENTER PC, 180 p. doi: <http://doi.org/10.15587/978-617-8360-04-7>.

BURDA YURII ADAPTIVE AIRFLOW DISTRIBUTION STRATEGIES FOR ENHANCING CONTAMINANT REMOVAL IN CLEANROOMS WITH DISPLACEMENT VENTILATION

Burda Yurii

PhD, Associate Professor

O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv

Introductions. Contaminant control in cleanrooms served by displacement ventilation depends on a delicate balance between low-velocity supply airflow, buoyancy-driven thermal transport, and the inertial behaviour of suspended particles. In [1], the integration of energy management and certification practices into building design and operation was shown to directly influence how ventilation systems are configured and evaluated, providing a broader operational context for airflow optimization strategies. Complementing this, [2] examined quality control in heat, gas supply and ventilation systems, emphasizing that energy efficiency, reliability and sustainability must be treated as interconnected design requirements rather than independent targets.

Comparative airflow studies further clarify the trade-offs involved in contaminant control strategies. In [3], a multi-criteria computational fluid dynamics investigation compared mixing, displacement and stratum ventilation, revealing that no single distribution scheme is simultaneously optimal for energy efficiency, thermal comfort and airborne infection control, which motivates the search for adaptive, particle-size-aware supply strategies. At the same time, [4] demonstrated experimentally that floor-supplied displacement airflow can resuspend previously deposited particles from surfaces such as carpet once local shear stresses exceed a critical threshold, indicating that a fixed, uniform supply velocity is not equally protective across the full range of particle sizes encountered in practice.

Internal emission sources add a further layer of complexity to contamination dynamics. In [5], dynamic particle emission rates generated by human activity in biological cleanrooms were quantified, showing that transient releases substantially disturb local concentration fields. In [6], analytical, numerical and experimental investigations of a cleanroom equipped with a micro-porous supply panel showed that even moderate changes in supply configuration reshape internal airflow organization and pollutant spreading patterns. Taken together, these studies indicate that a supply strategy capable of adapting to particle size, rather than relying on a single fixed velocity, offers a promising route toward more consistent contaminant removal across the full particle-size spectrum relevant to cleanroom operation.

Aim. The aim of this study is to analytically evaluate an adaptive airflow distribution strategy, in which the local supply velocity is adjusted as a function of particle diameter, and to compare its contaminant removal performance against a

conventional constant-velocity displacement ventilation strategy across a representative range of particle sizes.

Materials and methods. The analytical model considers a particle suspended in a vertically stratified indoor air environment typical of a displacement-ventilated cleanroom, subject to three simultaneous vertical velocity contributions: gravitational settling, buoyancy-driven thermal transport, and forced convection supplied at the floor level. The terminal settling velocity of a spherical particle is obtained from Stokes' law:

$$v_s = \frac{(\rho_p - \rho_a) g d_p^2}{18 \mu} \quad (1)$$

where v_s is the terminal settling velocity, ρ_p and ρ_a are the particle and air densities, g is the gravitational acceleration, d_p is the particle diameter, and μ is the dynamic viscosity of air.

The buoyancy-driven vertical velocity component generated by the vertical thermal gradient is estimated from a characteristic convective-draft relation:

$$v_b = \sqrt{\frac{2 g \Delta T L_c}{T_0}} \quad (2)$$

where v_b is the buoyant vertical velocity, ΔT is the vertical temperature difference, L_c is the characteristic convective length scale, and T_0 is the reference air temperature. The net vertical transport velocity of a particle is then obtained by superposing the supply, buoyant and settling contributions:

$$v_{\text{net}} = v_c + v_b - v_s \quad (3)$$

Here v_c is the local supply velocity. For the baseline strategy, v_c is held constant at 0.15 m/s for all particle sizes. For the adaptive strategy, the supply velocity is raised quasi-linearly with particle diameter, increasing from 0.15 m/s for the smallest particle fraction to 0.40 m/s for the largest fraction considered, so that coarser, harder-to-entrain particles receive a proportionally stronger upward transport contribution. The resulting contaminant removal efficiency is expressed as a dimensionless indicator comparing net upward transport with the settling tendency:

$$\eta = \frac{v_{\text{net}}}{v_{\text{net}} + v_s} \quad (4)$$

where η approaches unity when upward transport dominates settling (favourable removal) and decreases toward zero as settling dominates the net vertical motion. The model was evaluated for five particle diameters spanning 1 to 40 μm , representative of the fine-to-coarse contamination range encountered in cleanroom operation, using air density, viscosity and reference temperature values for standard indoor conditions.

Results and Discussion. The analytical model described above was evaluated for both the baseline (constant-velocity) and the adaptive (diameter-dependent) supply strategies. The resulting settling velocities, net vertical transport velocities, and removal efficiencies for five representative particle diameters are summarised in Table 1.

Table 1. Settling velocity, net vertical velocity and removal efficiency for the baseline and adaptive supply strategies

d_p (μm)	V_s (mm/s)	$V_{net,base}$ (m/s)	$V_{net,adapt}$ (m/s)	η_{base} (-)	η_{adapt} (-)
1	0.076	0.292	0.298	1.000	1.000
5	1.891	0.290	0.321	0.994	0.994
10	7.566	0.284	0.347	0.974	0.979
20	30.263	0.261	0.386	0.896	0.927
40	121.053	0.171	0.421	0.585	0.777

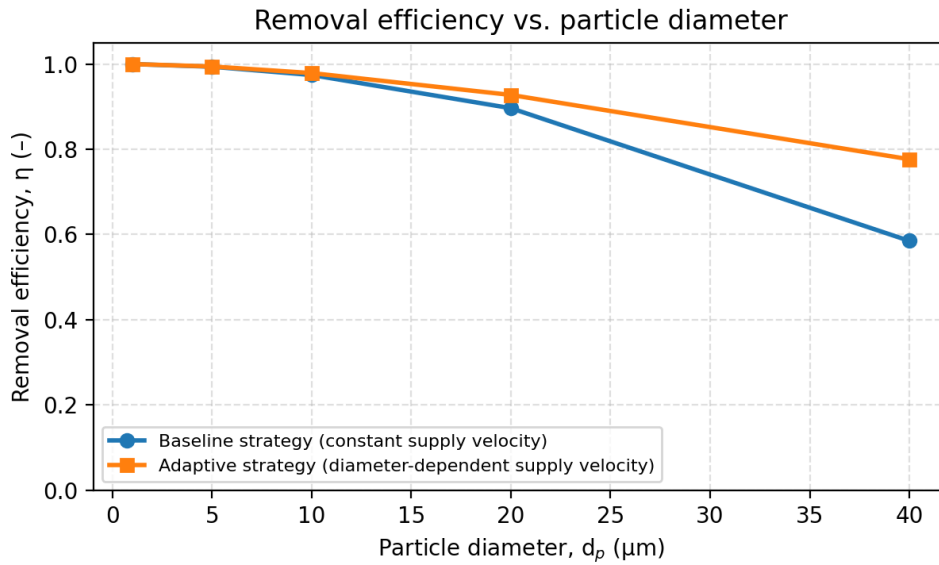


Figure 1. Removal efficiency as a function of particle diameter for the baseline and adaptive supply strategies

As shown in Table 1 and Figure 1, the settling velocity increases sharply with particle diameter, growing by more than three orders of magnitude between the 1 μm and 40 μm fractions, consistent with the quadratic dependence on diameter predicted by Stokes' law (Equation 1). For the finest particles, both strategies achieve a removal efficiency close to unity, since the settling contribution remains negligible relative to the combined supply and buoyant transport. As particle diameter increases beyond approximately 10 μm , the baseline strategy shows a pronounced decline in removal efficiency, falling to about 0.59 for the 40 μm fraction, because the fixed supply velocity is no longer sufficient to offset the growing settling tendency.

The adaptive strategy preserves a comparable removal efficiency to the baseline for the smallest particle fractions, where the additional supply velocity is not required, while providing a substantially higher efficiency for the coarser fractions, reaching approximately 0.78 for the 40 μm particles. This corresponds to a relative improvement of over 30 percent compared with the constant-velocity baseline in the coarsest fraction considered. The results indicate that concentrating the additional supply-driven momentum on the size classes most prone to settling, rather than uniformly increasing

the overall airflow rate, is an efficient way to extend the effective removal range of displacement ventilation without imposing a disproportionate energy penalty on the system.

Conclusions. The analytical results confirm that particle removal performance in cleanrooms with displacement ventilation is strongly size-dependent, with settling increasingly dominating net vertical transport as particle diameter grows. A conventional strategy based on a single, constant supply velocity is adequate for fine particles but loses effectiveness markedly for coarser contaminants. The proposed adaptive airflow distribution strategy, in which the local supply velocity scales with particle diameter, was shown to recover a substantial part of this lost efficiency for the coarser size fractions while leaving the already near-optimal performance for fine particles essentially unaffected.

From an engineering perspective, these findings suggest that contamination control in displacement-ventilated cleanrooms can be improved not only by increasing the overall supply airflow rate, but more efficiently by redistributing supply momentum toward the particle-size ranges that are most susceptible to settling. Future work should extend the present analytical framework with computational fluid dynamics simulations and experimental validation, in order to verify the predicted efficiency gains under realistic occupancy and thermal-load conditions.

References

1. 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/>
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. (2026). Reduced-order modeling of microclimate formation in displacement ventilation systems. *Ventilation, Illumination and Heat Gas Supply*, 57, 23–39. <https://doi.org/10.32347/2409-2606.2026.57.23-39>
4. Yoshihara, J., Yamanaka, T., Kobayashi, T., Yamasawa, H., Kobayashi, N., Nagata, H., & Okamoto, S. (2026). Experimental study on airflow-induced particle resuspension from carpet under floor-supply displacement ventilation. *Building and Environment*, 294, 114360. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2026.114360>
5. Zhang, F., Shiue, A., Fan, Y., Liu, J., Meng, H., Zhang, J., & Leggett, G. (2022). Dynamic emission rates of human activity in biological cleanrooms. *Building and Environment*, 226, 109777. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.109777>
6. 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.jobbe.2020.101405>

FEATURES AND NUANCES OF INFORMATION TECHNOLOGY AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE: CONCEPTS, CHARACTERISTICS

Kosheliuk Viktor,

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Andrushchak Igor,

Doctor of technical sciences, Professor

Lutsk National Technical University

Artificial intelligence (AI) is rapidly becoming an integral part of modern society, transforming various aspects of our lives. This article is a comprehensive overview of the impact of AI on modern society, providing valuable insights for decision-makers, researchers, and anyone interested in the future of AI.

Keywords: artificial intelligence (AI), definition, functions, tasks, technologies, informatization, automation, digitalization.

Artificial intelligence (AI) is currently used almost everywhere: for automation of production processes, data collection and processing, information presentation, recognition of images, faces, text, speech, symbols, images, risk assessment, national security. It is safe to say that today almost all states show increased interest in artificial intelligence, since this technology provides serious competitive advantages in all spheres of human life. AI, with its ability to mimic human thinking and learn from experience, is becoming a key component in reimagining our everyday realities. The machine learning algorithms and neural networks that underpin AI enable efficient data analysis, pattern recognition, and decision-making.

Artificial intelligence is a field that develops systems that can further process machine learning input and mimic human intelligence and behavior. This includes activities such as perception, synthesis, and inference, applied to practical applications such as language recognition, advanced web search, computer vision, autonomous vehicles, and natural language translation. Artificial intelligence lacks consciousness and emotions.

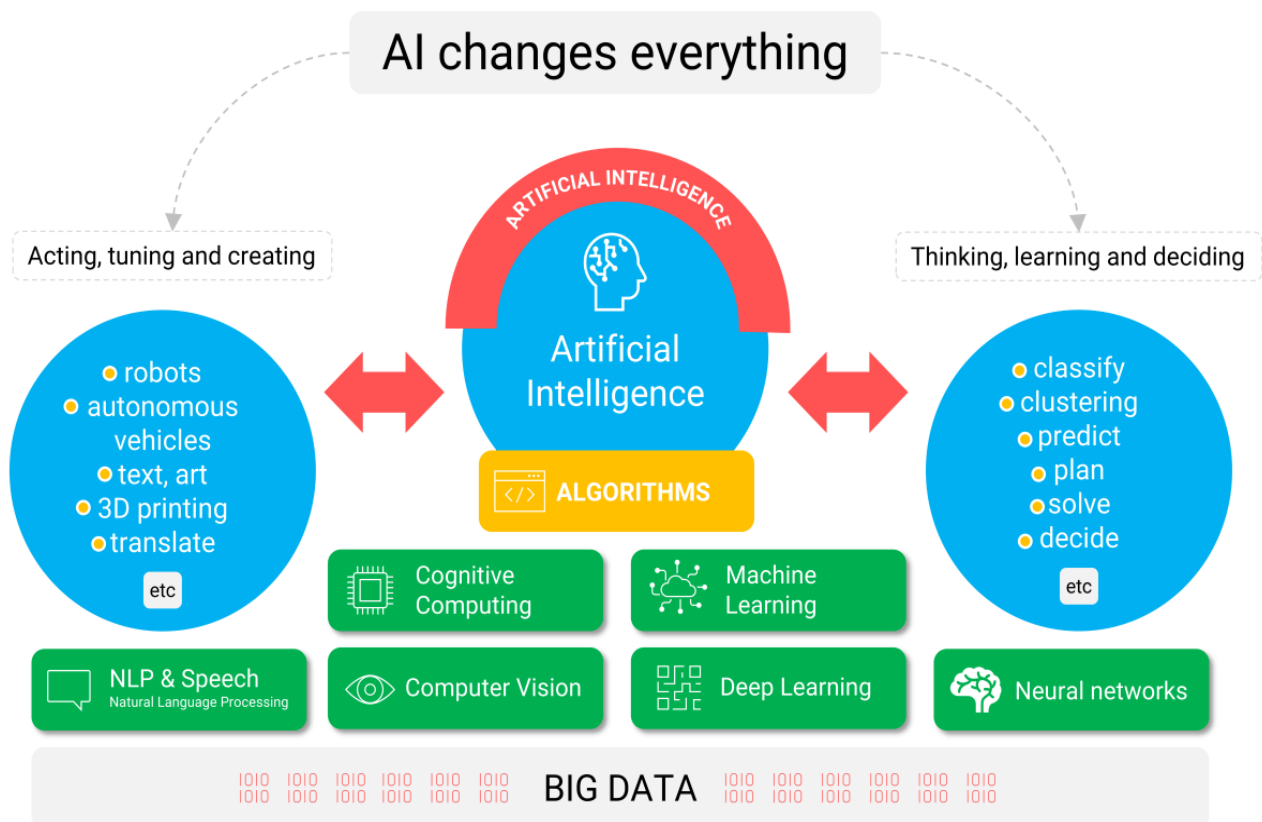
Ukraine, like other countries, strives for technological leadership in the field of artificial intelligence. Taking into account the changes taking place in our country and the world, it is relevant to assess the current horizon of scientific views on the terminology used in the field of artificial intelligence.

Artificial intelligence (AI) is a field of computer science that studies and creates programs that can perform tasks that require human intelligence. AI imitates the human ability to learn, adapt, and make decisions based on the information received. It is a field of computer science that studies the creation of devices and programs that can learn, adapt, and make decisions that usually require human intelligence. AI uses

algorithms and machine learning methods to analyze data, recognize patterns, make decisions, and perform tasks [1].

Information technology and artificial intelligence have become an integral part of the modern world. They penetrate various areas of human life, changing the usual way of thinking and interacting. In this article, we will consider how these technologies affect people's everyday lives. Development of information technology. With the development of information technology, humanity has gained enormous opportunities for exchanging information, automating processes, and accelerating various tasks.

Modern gadgets, the Internet, social networks, and other tools have become an integral part of our daily lives. We can easily communicate with people around the world, access a huge amount of information, and complete tasks several times faster than before (Pic.1).



Picture 1. – Distribution features
Artificial intelligence (AI)

One of the most significant achievements of information technology is the development of artificial intelligence (AI). AI is a field of computer science that deals with the creation of systems and programs that can imitate human intellectual functions. With the help of AI, computers can process and analyze large amounts of data, recognize images and speech, make decisions, and even learn from experience [2].

Information technology and AI have a huge impact on various areas of human life. In medicine, for example, they allow for more accurate diagnostics, develop individual treatment plans, and predict possible diseases. Thanks to AI, computers can analyze medical data and offer optimal solutions for patients.

In the field of education, information technology and AI also play an important role. They allow for the creation of interactive educational materials, online courses, and distance learning. Thanks to this, education becomes more accessible and effective.

As the number of connected devices increases, security and ethical issues arise. How can we ensure data protection in a constantly connected world? How can we address the ethical dilemmas surrounding AI decision-making? These issues require careful study and regulation.

In business, information technology and AI help automate processes, improve management, and make more informed decisions. Automation of production processes allows to reduce labor costs and increase productivity. Data analysis with the help of AI allows to identify trends and predict the demand for goods and services.

However, besides positive aspects, information technology and AI also raise certain concerns. Some worry about data privacy and the possibility of information misuse. There are also concerns about the replacement of humans by machines and the loss of jobs [3].

Information technology (IT) and artificial intelligence (AI) are rapidly developing, profoundly affecting all areas of our lives. From the automation of everyday tasks to revolutionary breakthroughs in medicine and other industries, IT and AI are becoming an integral part of human existence.

Artificial intelligence (AI) is a field of science and technology that deals with the development of systems and programs capable of simulating human intellectual abilities. AI penetrates many areas of human life, such as medicine, transportation, manufacturing, finance and others. It allows you to automate processes, improve the quality of work and ensure more efficient and economical functioning.

Information technology is the basis for the development and application of artificial intelligence.

Without information technology, artificial intelligence will not be able to function, since its work requires data, related information and data processing systems. In turn, artificial intelligence significantly enhances the capabilities of information technology, allowing it to perform more complex tasks, make decisions and develop further [4].

With the development of information technology and artificial intelligence, a number of problems and issues arise. One of the main problems is the ethical aspect of the use of these technologies. It is necessary to balance progress and the protection of human rights, as well as prevent possible abuse of AI.

The future of information technology and artificial intelligence promises to be very interesting and promising. The development of AI leads to the creation of new technologies, opens up opportunities for automation and improving the quality of life. It is predicted that these technologies will become even more widely used and scalable in the future.

Artificial intelligence is shaping the foundation for world-changing innovations. This technical aspect is creating not only intelligent systems, but also a new reality where technology becomes an integral part of our daily lives, providing efficiency, security and comfort. However, with this comes the responsibility to ensure safety and ethics in order to ensure sustainable and equitable development.

References

1. Andrushchak I., Kosheliuk V., Veremiy I. Cybersecurity deception technologies: integrating cowrie and ELK Stack to detect network attacks. International Science Journal of Engineering & Agriculture, 4(6), pp. 1–14. DOI: <https://doi.org/10.46299/j.isjea.20250406>
2. John McGregor, Sholom G. Cohen Software Modeling: What to Model and Why, 2023. URL: <https://insights.sei.cmu.edu/blog/software-modeling-what-to-model-and-why/> (access date: 20.06.2026).
3. Martsenyuk V. P. Sverstyuk A. S, Andrushchak I. Ye., Rechun O. Y. Components and key features of the analysis symmetric cryptocircuit. Scientific journal “Computer-integrated technologies: Education, science, production”. Issue No. 50, Lutsk. 2023. P. 65-70.
4. Yevseiev S., Hryshchuk R., Molodetska K., Nazarkevych M. Modeling of security systems for critical infrastructure facilities: monograph. Kharkiv: PC TECHNOLOGY CENTER, 2022.196 p.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ ERP-СИСТЕМ В УМОВАХ СУЧАСНИХ КІБЕРЗАГРОЗ

Тишик Іван Ярославович,

кандидат технічних наук, доцент
Національний університет "Львівська політехніка"

Сучасні організації функціонують як складні інформаційно-інтегровані середовища, у яких взаємодія між підрозділами, бізнес-процесами та зовнішніми контрагентами значною мірою забезпечується інформаційними технологіями. Із розширенням масштабів діяльності підприємства зростають обсяги інформації, кількість взаємопов'язаних бізнес-процесів і вимоги до оперативності їх координації, що зумовлює необхідність використання інтегрованих інформаційних систем. На практиці організації можуть застосовувати власні програмні рішення, спеціалізовані прикладні системи або готові програмні платформи, призначені для комплексної підтримки управлінських та операційних процесів [1].

Одним із поширених класів таких рішень є системи планування ресурсів підприємства (Enterprise Resource Planning, ERP), призначені для інтеграції даних і бізнес-процесів, пов'язаних, зокрема, з фінансами, постачанням, виробництвом, логістикою, управлінням персоналом та іншими функціональними напрямками. Концентрація значних обсягів критично важливих корпоративних даних і підтримка взаємопов'язаних бізнес-процесів зумовлюють необхідність забезпечення належного рівня безпеки ERP-систем. Дослідження у сфері безпеки ERP наголошують на важливості контролю доступу, автентифікації, авторизації, захисту даних і врахування безпекових вимог на різних рівнях архітектури ERP-систем [2].

Забезпечення безпеки ERP-систем доцільно розглядати не лише як запобігання окремим атакам, а як комплексний процес, що охоплює ідентифікацію потенційних загроз, постійний моніторинг стану інформаційної інфраструктури, виявлення аномальної активності, оцінювання критичності інцидентів та своєчасне реагування на них. Такий підхід відповідає сучасним практикам кібербезпеки, у яких процеси виявлення, реагування, стримування та відновлення розглядаються як взаємопов'язані складові управління кіберризиками [3].

Перспективним напрямом підвищення ефективності такого захисту є автоматизація окремих процедур реагування на кіберзагрози. Залежно від характеру та критичності виявленої події автоматизовані механізми можуть забезпечувати блокування підозрілих з'єднань, ізоляцію скомпрометованих серверів і робочих станцій, зміну відповідних правил контролю доступу та реконфігурацію мережевих засобів захисту. Така автоматизація дає змогу скоротити час між виявленням загрози та реалізацією відповідної реакції, а також зменшити залежність від ручного опрацювання значної кількості подій безпеки.

Підходи NIST, зокрема, передбачають використання автоматизованих механізмів оброблення інцидентів і динамічної реконфігурації визначених компонентів інформаційних систем у межах процесу реагування [4,5].

Комплексний захист ERP-системи охоплює сукупність взаємопов'язаних компонентів інформаційної інфраструктури, зокрема клієнтські засоби, сервери застосунків, системи керування базами даних, мережеву інфраструктуру, облікові записи користувачів та інформаційні ресурси. Для кожного з цих компонентів реалізується комплекс організаційних і технічних заходів, спрямованих на забезпечення конфіденційності, цілісності та доступності інформації. Ефективність комплексного захисту значною мірою визначається узгодженістю та взаємодією окремих механізмів безпеки, які повинні доповнювати один одного на різних рівнях архітектури ERP-системи. У складі таких механізмів можуть застосовуватися засоби ідентифікації та автентифікації, розмежування доступу, криптографічного захисту, аудиту, мережевого захисту та моніторингу подій безпеки. Такий багаторівневий підхід відповідає сучасним підходам до security engineering ERP-систем, оскільки ERP характеризуються складною архітектурою, значним обсягом критично важливих даних і великою кількістю параметрів конфігурації, які можуть створювати додаткові ризики безпеки [5,6].

У системах SAP захист мережевої взаємодії може реалізовуватися з використанням механізму Secure Network Communications (SNC). SNC є програмним шаром, який інтегрує SAP-систему із зовнішніми засобами безпеки та забезпечує захист комунікацій між компонентами, що використовують протоколи DIAG і RFC. Залежно від налаштувань SNC може забезпечувати автентифікацію комунікаційних партнерів, контроль цілісності та шифрування даних. Для реалізації Single Sign-On (SSO) та безпарольної автентифікації SNC може використовуватися спільно із зовнішніми механізмами, зокрема SAP Single Sign-On, Kerberos або сертифікатами X.509. Отже, некоректно ототожнювати SNC безпосередньо з безпарольною автентифікацією: SNC забезпечує необхідний програмний інтерфейс і захищений канал, тоді як конкретний механізм автентифікації визначається зовнішнім засобом безпеки [7].

Одним із ключових компонентів ERP-системи є база даних, у якій зберігаються значні обсяги корпоративної інформації, необхідної для функціонування прикладних і управлінських процесів. Залежно від архітектури БД може бути розгорнута на тому самому фізичному сервері, що й сервер застосунків, або на окремому сервері чи кластері серверів. Для розподіленої, зокрема трирівневої (3-tier), архітектури доцільно забезпечувати мережеву та адміністративну ізоляцію серверів БД, обмежувати фізичний доступ до них, а також контролювати доступ до носіїв, на яких зберігаються дані та резервні копії. SAP для класичної трирівневої архітектури прямо зазначає, що автентифікація, авторизація, шифрування й аудит переважно реалізуються на рівні сервера застосунків, тоді як БД використовується як сховище даних; прикладні компоненти підключаються до БД за допомогою технічного

облікового запису, а кінцеві користувачі не повинні мати прямого доступу до БД або сервера БД.

На сервері застосунків здійснюється значна частина операцій з оброблення даних, а також реалізуються механізми автентифікації, авторизації та контролю доступу до функціональних можливостей ERP-системи. Одним із поширених підходів до організації авторизації є модель RBAC (Role-Based Access Control, керування доступом на основі ролей). Відповідно до RBAC, права доступу асоціюються не безпосередньо з окремими користувачами, а з ролями, які відображають функціональні обов'язки та відповідальність користувачів в організації. Користувачеві можуть бути призначені одна або декілька ролей, а одна роль може бути призначена одному або декільком користувачам. Роль, своєю чергою, пов'язується з множиною дозволів на виконання визначених операцій щодо відповідних об'єктів системи. Під час виконання операції система перевіряє, чи має активна роль користувача відповідний дозвіл, після чого приймається рішення щодо надання або відмови в доступі. Такий підхід спрощує адміністрування доступу та дає змогу пов'язати політики авторизації зі структурою функціональних обов'язків в організації [8].

Кінцеві пристрої користувачів (endpoints) є одним із ключових рівнів захисту ERP-системи, оскільки саме через них здійснюється безпосередня взаємодія користувачів із прикладними компонентами системи. Важливою складовою цього рівня є автентифікація користувачів, яка забезпечує встановлення їхньої цифрової ідентичності перед наданням доступу до інформаційних ресурсів. У традиційних інформаційних середовищах автентифікація операційної системи та ERP-системи може здійснюватися незалежно, що передбачає використання окремих облікових даних. Такий підхід збільшує кількість облікових даних, якими необхідно управляти, та може створювати додаткові ризики, пов'язані з їх компрометацією або неналежним використанням [6].

Альтернативою багаторазовому введенню облікових даних є використання механізмів Single Sign-On (SSO), за яких результат однієї процедури автентифікації може використовуватися для доступу користувача до декількох інформаційних систем або застосунків. Відповідно до визначення NIST, SSO є процесом автентифікації, за якого один обліковий запис та пов'язані з ним автентифікатори використовуються для доступу до декількох застосунків, як правило, із використанням механізмів федерації ідентичностей [6,10].

Одним із варіантів реалізації автентифікації користувачів у корпоративних системах є використання цифрових сертифікатів X.509 на основі інфраструктури відкритих ключів (Public Key Infrastructure, PKI). Сертифікат може використовуватися як автентифікатор користувача замість традиційної автентифікації за допомогою імені користувача та пароля. Зокрема, SAP підтримує автентифікацію за допомогою X.509-сертифікатів, а використання таких сертифікатів може бути інтегроване з механізмами SSO. Водночас SSO не слід ототожнювати з безпарольною автентифікацією, оскільки конкретний механізм первинної автентифікації може передбачати пароль, багатофакторну автентифікацію, X.509-сертифікат, Kerberos або інший автентифікатор [9].

Багатогранність архітектури ERP-систем є одним із факторів, що ускладнюють забезпечення її інформаційної безпеки. ERP-системи інтегрують значну кількість бізнес-процесів, опрацьовують різноманітні дані та реалізують складні механізми розмежування доступу. Велика кількість функціональних компонентів, параметрів конфігурації та інтеграційних зв'язків збільшує потенційну поверхню атаки та ризик виникнення помилок конфігурації. Сучасні дослідження безпеки ERP прямо наголошують на тому, що висока складність ERP та значна кількість конфігураційних параметрів можуть створювати додаткові загрози й ризики [10].

Окрім вбудованих механізмів захисту, у складних ERP-ландшафтах може виникати потреба в інтеграції додаткових засобів інформаційної безпеки, зокрема систем керування ідентифікацією та доступом (IAM), багатофакторної автентифікації, мережевого захисту, криптографічного захисту, моніторингу та аудиту подій безпеки. Особливої уваги потребують інтеграції ERP із зовнішніми інформаційними системами та програмними компонентами, оскільки вони ускладнюють контроль конфігурації, доступу та потоків даних. Дослідження ERP security також привертає увагу на складність безпечного налаштування ERP та значні адміністративні витрати, пов'язані з управлінням ролями й авторизацією в ERP та інтегрованих системах [10].

Застосування додаткових механізмів захисту може супроводжуватися певними компромісами між рівнем безпеки, продуктивністю та зручністю використання. Наприклад, увімкнення криптографічного захисту, розширеного аудиту або додаткових процедур перевірки може збільшувати обчислювальні та адміністративні витрати. Водночас зниження рівня захисту заради продуктивності або зручності може призводити до збільшення кіберризиків. Тому під час проектування та експлуатації ERP-системи необхідно забезпечувати обґрунтований баланс між вимогами до конфіденційності, цілісності й доступності інформації, продуктивністю системи та зручністю роботи користувачів. Практичні дослідження ERP підтверджують наявність таких trade-offs, зокрема щодо впливу шифрування та аудиту на продуктивність.

Список літератури

1. Wei She, Bhavani Thuraisingham. Security for Enterprise Resource Planning Systems. *Information Systems Security: A Global Perspective*, 2007, Vol. 16, Issue 3, pp. 152–163.
2. Bao Rong Chang, Hsiu-Fen Tsai, Yun-Cheng Tsai et al. Applying authentication and network security to in-cloud enterprise resource planning system. *Vietnam Journal of Computer Science*, 2014, Vol. 1, pp. 129–140.
3. A Product-Line-Engineering Framework for Secure Enterprise-Resource-Planning Systems. *Procedia Computer Science*, 2024, Vol. 239, pp. 1619–1626.
4. Qazi, A., Arshad, S., Jadoon, A. A. K. Security evaluation framework for cloud ERP systems using NIST and ISO standards. *Scientific Reports*, 2026, Vol. 16, Article 16069.

5. She, W., & Thuraisingham, B. (2007). Security for Enterprise Resource Planning Systems. *Information Systems Security*, 16(3), 152–163. DOI: 10.1080/10658980701401959.
6. May, R., Biermann, C., Kenner, A., Krüger, J., & Leich, T. (2024). A Product-Line-Engineering Framework for Secure Enterprise-Resource-Planning Systems. *Procedia Computer Science*, 239, 1619–1626.
DOI: 10.1016/j.procs.2024.06.338.
7. AP Help Portal. SAP HANA Security Guide – SAP HANA in a Classic 3-tier Architecture.
8. Sandhu, R. S., Coyne, E. J., Feinstein, H. L., & Youman, C. E. (1996). Role-Based Access Control Models. *IEEE Computer*, 29(2), 38–47.
9. SAP Help Portal. X.509 Client Certificates — User Authentication and Single Sign-On.
10. Temoshok, D., Choong, Y.-Y., Galluzzo, R., et al. (2025). NIST SP 800-63-4: Digital Identity Guidelines. National Institute of Standards and Technology.
DOI: 10.6028/NIST.SP.800-63-4.

ВПЛИВ МОРФОЛОГІЧНИХ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАПЛАВНИХ ВОДОЙМ НА СТРУКТУРУ І ВИДОВЕ РІЗНОМАНІТТЯ МАКРОФІТІВ

Ручій Володимир Сергійович

аспірант спеціальності 101 Екологія

Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана

Хмельницького

Заплавні водойми є важливими компонентами річкових екосистем, що характеризуються значною просторовою та функціональною різноманітністю. Їхні морфологічні характеристики, гідрологічний режим, ступінь зв'язку з руслом річки та особливості водообміну визначають формування різноманітних оселищ для водної рослинності [1,2]. Макрофіти, у свою чергу, є важливим компонентом водних екосистем, беруть участь у формуванні трофічних зв'язків, стабілізації берегів, очищенні води та підтриманні біорізноманіття [3]. Тому встановлення закономірностей залежності видового різноманіття макрофітів від характеристик водойм має важливе значення для оцінки стану та ефективного управління заплавами екосистемами.

Метою роботи було оцінити вплив морфологічних і функціональних характеристик заплавних водойм на видове багатство угруповань водних макрофітів на території Дніпровсько-Орільського природного заповідника.

Дослідження проводили навесні та влітку 2024 року на водних екосистемах Дніпровсько-Орільського природного заповідника. Для аналізу було використано базу даних, що охоплювала 314 водних об'єктів. Морфометричні характеристики водойм визначали за результатами польових вимірювань, GPS-зйомки, супутникових даних і цифрових моделей рельєфу.

Облік водних рослин проводили у травні, червні, липні та серпні 2024 року методом трансект. Дослідження охоплювали занурені, плаваючі та надводні макрофіти. Усього було сформовано матрицю угруповань, яка включала 101 таксон макрофітів і 453 моніторингові станції.

У межах дослідженої території було виділено 7 функціональних типів водойм: проточні канали, контрпроточні озера, ізольовані заплавні озера, затоки, контрпроточно-проточні озера, проточні озера та штучні водойми. Найбільш численними були канали - 93 об'єкти (29,8%), контрпроточні озера - 54 (17,3%) та ізольовані заплавні озера - 52 (16,7%).

Для узагальнення морфометричних характеристик застосовано метод головних компонент (PCA). Перша головна компонента характеризувала переважно розмір водойм і мала високі навантаження за площею, об'ємом, довжиною берегової лінії, головною віссю та глибиною. Друга компонента відображала форму та складність берегової лінії, зокрема співвідношення осей і ступінь її розвитку. Таким чином, саме розмір, форма, глибина та конфігурація

берегової лінії були основними складовими морфологічної диференціації заплавлених водойм.

Встановлено статистично значущий вплив функціонального типу водойми на видове багатство макрофітів. Функціональний тип пояснював 7,5% варіації видового багатства ($F = 21,2$; $P < 0,001$). Найвищу кількість видів зафіксовано у проточних водоймах - у середньому $23,8 \pm 1,3$ виду, тоді як у контрпроточно-проточних озерах, контрпроточних озерах та штучних водоймах цей показник становив близько $19,5 \pm 1,2$ виду. У каналах середнє видове багатство становило $16,5 \pm 1,1$ виду, а найнижче значення було зафіксовано в ізольованих заплавлених озерах - $13,7 \pm 1,0$ виду.

Отримані результати свідчать, що вищий рівень видового різноманіття макрофітів характерний для водойм, які мають регулярний водообмін із річковою системою. Проточні водойми відзначаються більшою гідродинамічною активністю, різноманітністю мікрооселищ та надходженням поживних речовин, що створює умови для співіснування більшої кількості видів. Натомість ізольовані заплавні водойми характеризуються обмеженням зв'язком із руслом річки, накопиченням органічної речовини та розвитком процесів евтрофікації, що сприяє домінуванню окремих конкурентоспроможних видів і зменшенню видового багатства.

Морфологічні характеристики водойм загалом пояснювали 8,2% варіації видового багатства макрофітів. Найбільший вплив мала перша головна компонента, що характеризувала розмір водойми: зі збільшенням її значення зменшувалася кількість видів. Коефіцієнт регресії становив $-0,26 \pm 0,02$. Друга компонента, пов'язана з формою та розвитком берегової лінії, також мала статистично значущий вплив на видове багатство.

Загалом, функціональний тип і морфологічні характеристики водойм разом із сезонним фактором пояснювали 17% варіації видового багатства макрофітів. Водночас сезонна динаміка була відносно слабкою: у травні середнє видове багатство становило $17,3 \pm 1,1$ виду, у червні - $17,1 \pm 1,0$, у липні зростало до $19,4 \pm 1,2$, а в серпні становило $19,0 \pm 1,1$ виду. Статистично значуще збільшення видового багатства спостерігалось у липні порівняно з травнем.

Результати дослідження підтверджують, що структура та видове різноманіття макрофітних угруповань тісно пов'язані з морфологічними та функціональними характеристиками заплавлених водойм. Важливу роль відіграють площа та глибина водойми, конфігурація берегової лінії, співвідношення її осей, а також характер водообміну та зв'язок із руслом річки. Зі збільшенням розмірів водойм у багатьох випадках спостерігається тенденція до зниження видового багатства, що може бути пов'язана зі зменшенням різноманіття мікрооселищ та посиленням конкурентного домінування окремих видів.

Отримані результати мають практичне значення для оцінки екологічного стану заплавлених екосистем, моніторингу їхнього біорізноманіття та розроблення заходів із збереження водно-болотних оселищ. Підтримання природної гідрологічної динаміки та екологічного зв'язку між заплавленими водоймами і

руслом річки є важливою передумовою збереження високого видового різноманіття макрофітів та пов'язаних із ним екосистемних функцій.

Список літератури

[1] Thayer JB, Ashmore P. Floodplain morphology, sedimentology, and development processes of a partially alluvial channel. *Geomorphology* 2016;269:160–74. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2016.06.040>.

[2] Hayes DS, Brändle JM, Seliger C, Zeiringer B, Ferreira T, Schmutz S. Advancing towards functional environmental flows for temperate floodplain rivers. *Sci Total Environ* 2018;633:1089–104. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.03.221>.

[3] Zhukov O, Kunakh O, Ruchiy V, Khrystov O. Influence of the functional and morphological features of floodplain water bodies on the indicators of water quality. *Int J Environ Stud* 2024;81:554–69. <https://doi.org/10.1080/00207233.2024.2318135>.

PRINCIPLES OF SEAPORT STRATEGIES FOR DEVELOPING A LOGISTICS & ECONOMIC BUSINESS MODEL IN THE CONDITIONS OF SECURITY THREATS

Darushin Oleksandr

PhD in Economics, Doctoral student,
Institute of Economics, Management&Business,
Odesa National Technological University, Ukraine

In the uncertain geopolitical situation of 2026 year, the key aspect in formulating supporting tasks for various ports is their flexibility and adaptability to challenges and turbulent conditions. In the context of dynamic changes that encompass logistics traffic, enhanced security measures and military risks, seaports must quickly adapt their activities to new realities. Economic seaport management tools are based on the collection and analysis of data on the operation of port infrastructure. This means that tasks must be formulated in such a way that they can be quickly reviewed and adjusted in response to changes in the security situation, logistical needs or regulatory requirements [1].

Although the functions of maritime ports in different countries have much in common, their distribution between units and specialists can vary significantly, depending on the specifics of the economic situation, the level of technological development and logistical features. Supporting tasks relate to operational activities and are performed by various port services, container terminal operators, customs authorities, logistics companies and administrative structures [2].

Development of alternative logistics routes, which is important in the context of the restructuring of transport corridors due to the blockade of Ukrainian ports on the Black Sea. In the conditions of war, the Ukrainian port transit system has undergone fundamental changes:

1. Destruction and blockade: a significant part of the maritime ports was damaged or blocked, which led to the reformatting of the country's logistics routes. Emphasis on safe regions and alternative traffics: the main focus is on restoring seaports in relatively safe areas and developing logistics routes through neighboring countries.

2. Increasing security: there is an urgent need to strengthen port security measures due to the growing threat of attacks on critical infrastructure. The use of drones and satellite technologies for monitoring port infrastructure in conditions of military threats is particularly important [3].

3. Integration with Europe: ukrainian seaports are gradually being included in the European logistics system, mainly through the Danube and land transport corridors.

4. Changing priorities of cargo flows: reorientation to military and humanitarian transports has significantly affected the economic model of port use. Seaport planning is especially important in conditions of martial law, when cargo flows can change significantly or drop to zero.

For successful management of a modern port, it is necessary to integrate classical logistics approaches with advanced digital technologies. This includes: a) automated management systems: implementation of software solutions to optimize port operations, reduce the human factor and increase efficiency. b) electronic customs services: acceleration of document flow and reduction of bureaucratic obstacles for users of port services: (shippers, shipowners, logistics operators) ensure economic activity [4].

Creation of "smart" logistic centers, ports, terminals: integration of the Internet of Things (IoT) to monitor and control all aspects of port activities in real time. This allows optimizing the use of resources, increasing safety and predicting potential problems before they occur [5].

Development of multimodal hubs: transformation of seaports into complex logistics centers, nodes that provide seamless connections between sea, rail and road transport. This requires close cooperation with all participants in the logistics chain and the creation of effective mechanisms for coordinating participants in the logistics chains.

In the context of economic instability and security threats, digitalization and automation are becoming critically important for ensuring the efficiency and sustainability of the port industry [6]. The functioning of seaports is determined by a set of general and supporting tasks that form the development strategy of the entire port system. In 2026, global maritime port activity has undergone significant transformations under the influence of geopolitical, economic and security factors. In war conditions, the role of the state in regulating strategic infrastructure is increasing, but maintaining autonomy and efficiency at the local level remains key [7].

One of the main administrative levers is an effective organizational structure that clearly distinguishes powers between management and executive units. The microeconomic approach provides ports with maximum autonomy, allowing them to independently make management decisions, adapt to the market and attract investors without significant state intervention [8].

The modern approach involves simplifying management levels, reducing bureaucracy and providing greater independence to seaport administrations. All stakeholders, as well as port clients, must work as a single mechanism to ensure the fast and uninterrupted passage of cargo [9]. Modern maritime port management requires flexibility and adaptability. All seaports legislation is a very specific area that must find a balance between national and international norms [10].

Ukrainian seaports must actively develop, staying ahead of events - proactivity in the field of cargo flows. Port zones are key logistics and economic centers that unite many stakeholders - from government agencies to private companies. To do this, they need to implement advanced global management practices and innovative technologies to ensure their competitiveness in the future [11].

During the war and post-war restoration of Ukraine's infrastructure, it is critically important to effectively organize the work of logistics hubs, centers, ports, terminals. This will not only support the economy, but also guarantee the uninterrupted supply of goods, humanitarian aid and defense resources to the country.

Post-war modernization of maritime port infrastructure will require a comprehensive approach that combines public administration, attracting international investments and the participation of private companies on the basis of transparency and competition. In the context of modern geopolitical and security challenges facing the state, economic flexibility and adaptability to management approaches in the logistics sector are of particular importance [12].

Subsidiary tasks are usually set for a short period (up to a year), which allows for prompt control of their implementation and the necessary management adjustments. Thus, Ukraine is forced to adjust its port strategy, taking into account not only the prospects for economic growth, but also urgent issues of security and restoration of logistics capabilities.

References

1. Kolodinskyi S.B. (2023). Conceptual model for managing the phases of implementation of infrastructure projects and programmes in the post-war period. *Scientific Bulletin of Mukachevo State University. Series "Economics"*, No. 10(3). 33-40.
2. Labunets I.Yu. (2023). Conceptual provisions of the formation of cargo flows of maritime transport of Ukraine in the security measure in the post-war period. *Economic Innovations*. vol.25. No .4(89). 68-78.
3. Zakharchenko O.V. (2024). Analysis of organizational and economic approaches to management and chartering parameters in conditions of uncertainty of vessel work. *"Grail of science"*. No. 44. 181-191.
4. Kramskyi S.O. (2024). Analysis of the economic dynamics of the functioning of shipping and maritime transport chartering in Ukraine. *"Grail of science"*. No. 46. 309-318.
5. Hutsaliuk O.M. (2024). Technological synergy of engineering integrating in digitalization economy, nanotechnology and intelligent digital marketing for corporate enterprises in provisions of their economic security. *Nanotechnology Perceptions*. 20 No. S8. 348–366.
6. Zakharchenko O.V. (2024). Economic component effectiveness of chartering and impact of uncertainty on commercial&operational exploitation of vessels under modern conditions. *"Grail of science"*. No. 45. 175-185.
7. Kramskyi S.O. (2024). A comprehensive approach to the operation of vessels within the framework of economic and production freighting in conditions of uncertainty of the parameters of transport processes. *"Grail of science"*. No. 47. 197-204.
8. Yevdokimova O.M. (2025). Management processes of infrastructure projects and programs in the sphere of water transport during turbulence in Ukraine. *"Business Navigator"*. No. 1(78). 274-278.
9. Zakharchenko O.V. (2024). Optional mechanism for formation of freight business strategies of shipping companies. *"Business Navigator"*. No. 3(76). 116-123.
10. Tseller V.I. (2025). Economic optimization and strategic resilience of multimodal logistics networks in Ukraine: an economic analysis of the efficiency

deficit in turbulence. «Economy and society». No. 80. 1-7.
<https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-80-102>

11. Kramskyi S.O. (2025). Theoretical basis of maritime transport markets management in modern conditions of uncertainty. "Grail of science". No.48. 158-165.

12. Yevdokimova O.M. (2021). Models of team composition for the staffing of an IT company on a fuzzy set platform. Scientific Bulletin of Mukachevo State University. Series "Economics", No. 8(1), 18-28. [https://doi.org/10.52566/msu-econ.8\(1\).2021.18-28](https://doi.org/10.52566/msu-econ.8(1).2021.18-28)

FOREIGN ECONOMIC COOPERATION OF ROMANIA WITH EU COUNTRIES IN THE SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL FIELD: FACTORS AND RESULTS

Dovgal Olena

Doctor of Economic Sciences, Professor,
Department of International Economic Relations and Logistics,
V.N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine

Romania joined the European Union on January 1, 2007 together with Bulgaria, turning the post-communist country with the heavy legacy of the Ceausescu dictatorship into a dynamic player in the European community. For two decades, membership has opened the door to a single market, structural funds and freedom of movement, radically renewing the infrastructure, economy and daily life of millions of Romanians.

Today, in 2026, the country with a population of about 19 million people demonstrates a striking convergence with European standards, although it faces real challenges, such as the budget deficit and emigration.

For newcomers, this means that the Romanian passport now gives access to work, study or business in any EU country without additional visas and allowed. Advanced readers will find here a deep analysis of exactly how EU funds became a catalyst for the growth of the IT sector and the auto industry, why full accession to Schengen in January 2025 was a turning point, and how Romania balances between regional ambitions on the Black Sea and internal reforms.

Membership was not an easy gift — it required tough reforms, the fight against corruption, and adaptation to European norms. But the results are visible to the naked eye: modern autobahns connecting Bucharest to the borders, digital services and active participation in European politics. Romania did not just join - it evolved, keeping its unique soul, but acquiring a European gloss.

After the fall of communism in December 1989, Romania began its long journey toward Europe. Its membership application was submitted in June 1995, and negotiations began in February 2000. The country had to prove its compliance with the Copenhagen criteria: stable democratic institutions, a market economy, and the ability to fulfill EU obligations. These were years of intensive reforms, from the judicial system to the privatization of state-owned enterprises.

The process was accompanied by monitoring, and in 2005, the accession treaty was signed. On January 1, 2007, Romania became a full member, although it remained under the Cooperation and Verification Mechanism (CVM) regarding justice and corruption. This mechanism spurred ongoing change, gradually bearing fruit. Romanian became an official language in the EU, and the country became the sixth-largest country in terms of population after Brexit [1].

Accession was no mere formality. Romania had to adapt thousands of EU directives into national legislation, modernize agriculture, and strengthen its borders.

Today, nearly 20 years later, this experience serves as a lesson for applicants, demonstrating how perseverance and external support can change a country from the ground up.

Since its accession, Romania has received over €100 billion in gross value from European funds. These funds have been used for roads, railways, energy, and digitalization. The Port of Constanta has become a key logistics hub on the Black Sea, and the IT sectors of Bucharest and Cluj have become magnets for foreign investment. Car manufacturer Dacia, part of Renault, demonstrates how European standards have increased competitiveness.

GDP per capita has increased exponentially thanks to the single market. In 2026, the country's nominal GDP will be hundreds of billions of dollars, and convergence with the EU average continues. The National Recovery and Resilience Plan (PNRR) has added nearly €30 billion, half of which is in grants. Reforms in taxes, energy, and public administration have helped modernize the economy, albeit causing temporary setbacks.

However, growth is uneven. Bucharest and the western regions are thriving, while the east and south are lagging. EU funds finance green energy—Romania has reduced emissions by 88% relative to GDP since the 1990s, combining environmental protection with economic growth. Entrepreneurs can now easily export to 27 countries duty-free, and foreign companies are creating jobs for thousands of specialists [2].

European citizenship has given Romanians the opportunity to live, work, and study anywhere. According to data, more than 3 million citizens have moved to other EU countries—16% of the population. London, Munich, and Madrid have become home to many, sending home billions of euros in remittances. These funds support families, stimulate consumption, and even finance small home-based businesses.

However, emigration has also brought challenges—a shortage of qualified personnel in medicine, education, and construction. Young people are looking for better salaries, but many return, bringing experience and ideas. EU programs like Erasmus+ have transformed education: thousands of students study at the Sorbonne or Oxford and then apply their knowledge in Romania.

Socially, membership has raised standards. Citizens enjoy unified health insurance, modern EU-funded hospitals, and access to quality food. Tourism has flourished – the Romanian Carpathians, the Black Sea, and the castles of Transylvania attract millions of Europeans, creating new jobs in the service sector.

Romania actively participates in European institutions. In 2019, the country held the Presidency of the EU Council, promoting digitalization and Black Sea security. Today, the Romanian Commissioner is responsible for social rights, and MEPs influence decisions on energy and enlargement.

Domestic politics remains dynamic. Justice reforms initiated under EU pressure have reduced corruption, although problems remain. The country supports Ukraine and Moldova on their path to EU membership, seeing this as a key factor in the region's strategic stability. Its geopolitical location on the Black Sea makes Romania a key player in matters of defense and energy security.

Popular support for the EU is high – over 80%. Even during the political crises of 2024-2025, the pro-European course remained unchanged, demonstrating a deep integration of values.

Membership has not erased the Romanian soul; it has enriched it. The Romanian language is spoken in Brussels on par with French or German. EU cultural programs fund festivals, film, and literature, allowing authors like Mir Ceașescu and contemporary artists to reach a wider audience.

The tourism boom combines traditions – from the traditional costumes of Marmaros to contemporary street art in Bucharest. European environmental standards have saved the Danube Delta, and exchange programs have strengthened ties between young people. Romania has become a bridge between East and West Europe, preserving Orthodox traditions in the context of European pluralism.

Despite its successes, Romania faces a budget deficit that reached 9% of GDP in 2024 and is gradually decreasing thanks to consolidation. Inflation and slow growth in 2025-2026 require tough decisions on wages and pensions in the public sector. The euro has not yet been adopted – the country is working on criteria, but the deadlines are being delayed. Full Schengen membership from January 2025 simplified trade and travel, but required additional investment in borders. Regional disparities remain, and emigration continues to deplete the workforce. However, the EU continues to support new funds, and its strategic role in the region opens the door to investment in renewable energy and defense [3].

Today, Romania continues to develop within the EU, merging European standards with its national character. Every new reform, investment, or cultural exchange makes the country stronger, and its history an inspiration for many. The opportunities here are real and only growing.

References

1. Adascalitei D. Cohesion policy and EU identity in Romania. The COHESIFY project (February 2016-April 2018) has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No. 693127. http://www.cohesify.eu/wp-content/uploads/2018/06/RO_Romania.pdf
2. Dodescu A., Chirila L.F. Regional innovation governance in the context of European integration and multi-level governance challenges, A Case Study of North-West Region of Romania // *Procedia Economics and Finance*. 2022. Vol. 3. P. 1177-1184. DOI: 10.1016/S2212-5671(12)00293-6
3. Sedelmeier U. Pre-accession Conditionality and Post-accession Compliance in the New Member States: A Research Note. *Après Enlargement: Legal and Political Responses in Central and Eastern Europe*. Florence: EUI – Robert Schuman Centre, 2026. P. 145-160.

SELECTION OF PERSONNEL IN THE MODERN ECONOMY: THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND INNOVATIVE TOOLS IN CV ANALYSIS

Ilhama Bayramova

Lecturer

Azerbaijan State University of Economics (UNEC)

In the modern digital economy, human resources represent the primary factor determining the competitiveness of enterprises. The dynamic development of the labor market and the sharp increase in the volume of job applicants diminish the efficacy of traditional Human Resource (HR) management methods. Within this framework, the integration of Artificial Intelligence (AI) technologies into CV analysis and recruitment processes has emerged as a key innovative instrument for enhancing recruitment agility and accuracy. The objective of this study is to evaluate the application mechanisms, economic efficiency, and inherent risks associated with AI-driven tools in talent acquisition.

Digital Transformation in the Labor Market and New Approaches to Talent Acquisition

Digital transformation in the HR sector has led to the emergence and integration of the "HR-Tech" concept. Traditional CV analysis often results in significant time expenditure and errors stemming from subjective human factors when processing large volumes of data (Big Data) [1, p. 47].

Limitations of Traditional Methods: The average time spent by an HR specialist reviewing a single CV (6–10 seconds) is insufficient for a comprehensive assessment of a candidate's potential.

The Imperative for Automation: Expedited talent acquisition within the digital labor market enables organizations to reduce operational costs and reallocate time toward strategic priorities.

Application Mechanisms of Artificial Intelligence and Innovative Tools in CV Analysis

Modern recruitment systems utilize semantic text analysis and specialized algorithms to identify the most suitable candidates.

ATS (Applicant Tracking Systems) and NLP: Natural Language Processing (NLP) technology enables the automated scanning of keywords, work experience, and hard skills within CVs, aligning them directly with job requirements [2].

Predictive Analytics: Machine Learning (ML) algorithms analyze a candidate's historical data to model their likelihood of future success and cultural fit within the organization.

Innovative Assessment Tools: For evaluating soft skills, AI-driven tools employ gamification (game-based assessments) and analyze emotion and speech patterns during video interviews.

Economic Efficiency and Current Challenges of AI-Based CV Analysis

While the application of Artificial Intelligence offers significant economic advantages, it also presents distinct technical and ethical challenges [3]:

Table 1
Technical and Ethical Challenges of AI Implementation

Indicator / Aspect	Economic Advantages	Existing Risks and Challenges
Cost and Time	Reduces time-to-hire by 50–70% and lowers operational expenses.	High initial integration costs of artificial intelligence software.
Accuracy and Objectivity	Eliminates subjectivity in initial screening based on baseline criteria	Algorithmic Bias: The replication of discriminatory trends in historical data by AI.
Data Volume	Enables the parallel processing of thousands of applications simultaneously.	Privacy issues (GDPR) and the identification of standardized CVs generated by GenAI (ChatGPT, etc.)..

CONCLUSION

In the modern economy, artificial intelligence in recruitment does not replace the HR professional; rather, it serves as a supportive (hybrid) tool that enhances the quality of decision-making.

Human-in-the-Loop: Final hiring decisions should not be delegated entirely to algorithms; human oversight by HR specialists must be maintained.

Ethical Standards: To prevent algorithmic bias, AI models must be regularly audited, and the protection of personal data must be rigorously ensured.

References

1. İsmayılov, Ə. M. Müasir idarəetmədə insan resurslarının rəqəmsallaşdırılması və HR-Tech alətləri // İqtisadiyyat və Audit. – 2024. – № 3 (165). – S. 45–52.
2. Black, J. S., & van Esch, P. AI-powered recruiting: How artificial intelligence is transforming technical recruitment // Computers in Human Behavior. – 2020. – Vol. 112. – Art. 106461.
3. Daugherty, P. R., & Wilson, H. J. Human + Machine: Reimagining Work in the Age of AI. – Boston : Harvard Business Review Press, 2018. – 264 p.

ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ НА ПІДПРИЄМСТВАХ: ІНТЕГРОВАНІЙ КОНТЕКСТУАЛЬНО-АДАПТИВНИЙ ПІДХІД

Дрига Євген Ігорович,
здобувач III рівня вищої освіти (PhD),
спеціальності 051 Економіка
Мелітопольський державний педагогічний університет
імені Богдана Хмельницького,
м. Запоріжжя, Україна

Професійна компетентність залишається концептуально неоднорідним поняттям, що ускладнює розвиток працівників, їх оцінювання та розподіл ресурсів підприємства на навчання. Хагер, Гонці та Атанасоу розрізняють підходи, орієнтовані на завдання, атрибути та інтегроване розуміння компетентності, та показують, що обрана концепція визначає, які саме дані можна обґрунтовано вважати свідченням компетентності [1]. Чітам та Чіверс поєднують декілька вимірів професійної компетентності у межах голістичної моделі [2], тоді як Сандберг показує, що компетентність не можна зводити до набору атрибутів, відірваних від того, як працівник розуміє власну роботу [3]. Діяльнісна логіка, розвинута Тен Кате та співавторами, робить наступний крок до операціоналізації, пов'язуючи ширші компетентності зі змістовними професійними діями та рівнями автономії [4]. Сучасніші дослідження додають динамічну проблему: Юндт та Шос розглядають адаптацію як процес виявлення зміни, її діагностики, розроблення стратегії, навчання та відновлення результативності [5], тоді як Міхрідінова, Вольф та Ван Петегем продовжують фіксувати поняттєву неоднозначність і суттєві відмінності у структурі, призначенні та способах операціоналізації моделей компетентності [6].

Відтак, зазначені підходи доцільно розглядати не як взаємовиключні, а як взаємодоповнювальні. Підхід, орієнтований на професійні завдання, є спостережувальним і безпосередньо пов'язується з результатом роботи, проте надмірна деталізація може замінити реальну професійну діяльність поверхневим переліком контрольних пунктів [1]. Атрибутивні моделі дають зручну мову для опису знань, навичок і поведінки, однак наявність певного атрибута поза робочою ситуацією не гарантує компетентної діяльності саме в цій ситуації [1, 3]. Голістичні моделі зберігають багатовимірність професійної діяльності [2], проте їх широта одночасно ускладнює операціоналізацію [6]. Інтерпретативний підхід враховує професійне судження та контекстуальне розуміння роботи [2], але важче піддається стандартизації. Діяльнісні моделі створюють корисний місток між компетентністю та реальною роботою [4], проте найбільш розвинена доказова база такого підходу походить із професійної освіти, а тому не повинна механічно переноситися на комерційні організації. Для сучасного підприємства більш обґрунтованим видається використання реальної професійної діяльності

як основної одиниці аналізу, компонентів компетентності – як пояснення того, що забезпечує її виконання, контексту – як граничної умови, а адаптивної результативності – як перевірки того, чи зберігається компетентність за зміни умов.

Формування професійної компетентності доцільно починати не з універсального словника бажаних якостей, а з обмеженого переліку критичних професійних дій, які суттєво впливають на результати підприємства. Для кожної такої дії варто визначити очікуваний результат, припустимий рівень якості, релевантні ризики, ступінь автономії, взаємодію з іншими працівниками та основні умови, за яких вимоги до виконання змінюються. При цьому бажано зберегти достатню широту для професійного судження, а не перетворювати кожен окремий рух на самостійну компетентність. Це дозволить зберегти вимірюваність діяльнісного підходу та одночасно уникнути надмірної атомізації, яка критикується у межах інтегрованого розуміння компетентності [1].

Для кожної критичної професійної дії надалі доцільно визначати лише ті компоненти компетентності, які дійсно пояснюють успішне виконання роботи. Когнітивні, функціональні, особистісно-соціальні, етичні та рефлексивні компоненти можуть бути релевантними, проте включення кожного з них до моделі варто обґрунтовувати тим, чи змінює він рішення щодо оцінювання або розвитку працівника [2; 6]. Контекст також бажано фіксувати безпосередньо: доступну працівникові інформацію, рівень автономії, взаємодію з колегами, часові та ресурсні обмеження, прийнятний ризик і типові джерела невизначеності. Така конкретизація зменшує ризик характеризувати працівника як «компетентного загалом», коли фактичні докази отримано лише для вузького набору умов [3].

До призначення додаткового навчання варто також відрізнити реальний дефіцит компетентності від проблеми результативності, основною причиною якої є недостатні ресурси, недоліки організації роботи, нечіткий розподіл відповідальності або мотиваційні умови. Системний підхід до результативності розглядає такі фактори поряд зі знаннями та навичками, а тому може використовуватися як запобіжник проти перетворення навчання на стандартну відповідь на будь-яке відхилення результатів [7]. Для підприємства це має пряме економічне значення: ресурси на розвиток доцільніше концентрувати там, де додаткова спроможність працівника дійсно може змінити результат роботи, а не там, де домінуюче обмеження знаходиться поза межами його компетентності.

Наступне оцінювання має бути максимально наближеним до професійної діяльності. Як основне джерело доказів доцільно використовувати безпосереднє спостереження або реалістичну робочу пробу, доповнюючи їх, за необхідності, короткою перевіркою релевантних знань і логіки ухвалення рішення. Один тест не варто трактувати як повний доказ професійної компетентності доказової бази [1]. Якщо рішення має суттєві наслідки, бажано отримувати дані більш ніж з одного епізоду або контексту та безпосередньо визначити критерії професійного судження. Завдання полягає не у повному усуненні судження, яке є невід'ємним

від складної професійної діяльності, а в забезпеченні простежуваності підстав, на яких воно формується.

Подальший розвиток варто спрямовувати на діагностований дефіцит, а не одночасно всю модель компетентності. Доцільно переходити від пояснення релевантних принципів до керованого виконання, самостійної діяльності та короткої рефлексії щодо того, чому обрана дія була доречною. Зворотний зв'язок бажано прив'язувати до конкретної спостережувальної професійної дії та формулювати так, щоб працівник розумів, що саме має змінитися під час наступної спроби. Важливість такого зв'язку підтверджується сучасними даними щодо впровадження компетентнісних систем на робочому місці: вони фрагментуються, коли компетентності, навчальні цілі, рефлексія, зворотний зв'язок і реальна діяльність недостатньо пов'язані між собою [8]. Ці результати отримано у сфері медичної освіти [8]. Для підприємства вони можуть слугувати підставою для перевірки подібного ризику, але не підтверджують, що він обов'язково виникне. Під час пілотного впровадження варто з'ясувати, як навчальні цілі, рефлексія та зворотний зв'язок пов'язані з фактичними завданнями працівника. Самого опису цих зв'язків у моделі недостатньо.

Коли працівник стабільно виконує завдання у звичних умовах, доцільно перевірити, як він діятиме після їх зміни. Для цього можна змінювати вимоги клієнта, доступну інформацію, технологію, строки, ресурси, пріоритети або порядок взаємодії з колегами. Так перевірка виходитиме за межі повторення вже відпрацьованого завдання.

При цьому працівника доцільно оцінювати не лише за фінальним результатом, а й за тим, чи була зміна своєчасно виявлена, чи правильно діагностовано причину, чи обрано адекватну стратегію, чи здійснено необхідне додаткове навчання та чи було відновлено ефективне виконання [5]. Варто окремо фіксувати як кінцевий рівень результативності, так і час або додаткову підтримку, необхідні для його відновлення, оскільки успішна адаптація є процесом, а не статичним атрибутом працівника.

Для моніторингу доцільно розвести два аналітичні рівні. Рутинна результативність має охоплювати якість, помилки, стабільність використання ресурсів і необхідний рівень нагляду. Адаптивна результативність має характеризувати виконання після релевантної зміни, якість діагностики та обраної стратегії, потребу в додатковій підтримці або навчанні та швидкість відновлення прийнятної результативності [1; 5]. Ці індикатори мають використовуватися для прийняття рішень щодо розвитку, а не лише для наповнення цифрової аналітичної панелі. Саме модель компетентності повинна визначати, які дані доцільно збирати; недоцільно перебудовувати модель лише навколо показників, які інформаційній системі найпростіше зафіксувати [6].

Окремо варто передбачити основні ризики впровадження. Формалізм контрольних переліків доцільно обмежувати шляхом прив'язки кожного індикатора до критичної професійної дії та збереження простору для обґрунтованого професійного судження [1]. Надмірну складність моделі варто зменшувати через видалення компонентів, які не змінюють рішення щодо

оцінювання або розвитку [2; 6]. Суб'єктивність оцінювання доцільно знижувати за допомогою явних критеріїв результативності, узгодження підходів оцінювачів та ширшої доказової бази у випадках, коли рішення має суттєві наслідки [1; 8]. Розрив між формальною моделлю та реальною роботою варто зменшувати шляхом залучення досвідчених працівників і керівників до визначення професійних дій та обов'язкового пілотування моделі до її масштабування [8]. Нарешті, адаптивні завдання мають передбачати лише зміни, які змістовно пов'язані з реальною роботою; довільне ускладнення перевірятиме здатність переносити штучно створені труднощі, а не компетентність, необхідну підприємству [5].

Відтак, впровадження доцільно здійснювати як керований цикл: визначення критичних професійних дій; встановлення вимог до результативності та контексту; визначення лише тих компонентів компетентності, які необхідні для цих дій; автентичне базове оцінювання; діагностика джерела виявленого розриву; цільовий розвиток; самостійне виконання з рефлексією; перевірка за змістовної зміни умов; ухвалення рішення щодо рівня автономії або подальшого розвитку. До масштабування такий цикл варто перевірити на суттєво різних професійних ролях, оскільки моделі компетентності значно відрізняються за призначенням і способом операціоналізації [6]. Підставою для масштабування має бути не розмір сформованого словника компетентностей, а здатність моделі підвищувати валідність рішень щодо розвитку за прийняттого обсягу ресурсів, необхідних для її функціонування.

Таким чином, формування професійної компетентності на сучасних підприємствах доцільно організовувати як інтегровану контекстуально-адаптивну систему. Від підходу, орієнтованого на завдання, варто зберегти визначення критичної роботи; від голістичного – пояснення ресурсів, необхідних для її виконання; від інтерпретативного – збереження контексту та професійного розуміння; від діяльнісного – зв'язок компетентності з реальною професійною дією та рівнем автономії; від діагностики результативності – запобігання необґрунтованому призначенню навчання; від адаптивного – перевірку результативності за змістовної зміни умов. Відтак, перевагу слід надавати не одній універсальній теорії компетентності, а мінімальній інтегрованій моделі, яка зберігає складність реальної роботи та дає достатньо валідну основу для рішень щодо розвитку працівників і інвестицій у навчання. Запропонований протокол є синтезом взаємодоповнювальних наукових даних і потребує локальної перевірки, а не подання як уже доведеної єдиної оптимальної інтервенції.

Список літератури

1. Hager P., Gonczi A., Athanasou J. General Issues about Assessment of Competence. *Assessment & Evaluation in Higher Education*. 1994. Vol. 19, No. 1. P. 3-16. DOI: <https://doi.org/10.1080/0260293940190101>
2. Cheetham G., Chivers G. Towards a holistic model of professional competence. *Journal of European Industrial Training*. 1996. Vol. 20, No. 5. P. 20-30. DOI: <https://doi.org/10.1108/03090599610119692>

3. Sandberg J. Understanding Human Competence at Work: An Interpretative Approach. *Academy of Management Journal*. 2000. Vol. 43, No. 1. P. 9-25. DOI: <https://doi.org/10.5465/1556383>
4. ten Cate O., Chen H. C., Hoff R. G., Peters H., Bok H., van der Schaaf M, Curriculum development for the workplace using Entrustable Professional Activities (EPAs): AMEE Guide No. 99. *Medical Teacher*. 2015. Vol. 37, No. 11. P. 983-1002. DOI: <https://doi.org/10.3109/0142159X.2015.1060308>
5. Jundt D. K., Shoss M. K. A Process Perspective on Adaptive Performance: Research Insights and New Directions. *Group & Organizational Management*. 2023. Vol. 48, No. 2. P. 405-435. DOI: <https://doi.org/10.1177/10596011231161404>
6. Mikhridinova N., Wolff C., Van Petegem W. Taxonomy of competence models based on an integrative literature review. *Education and Information Technologies*. 2004. Vol. 29. P. 16997-17033. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12463-y>
7. Carliner S. Human Performance Technology and HRD. *New Horizons in Adult Education and Human Resource Development*. 2014. Vol. 26, No. 1. P. 22-41. DOI: <https://doi.org/10.1002/nha3.20051>
8. Janssens O., Embo M., Valcke M., Haerens L. When theory beats practice: the implementation of competency-based education at healthcare workplaces. *BMC Medical Education*. 2023. Vol. 23 Article 484. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12909-023-04446-3>

ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ ВНУТРІШНЬОГО АУДИТУ: ВІД РИЗИК-ОРІЄНТОВАНОГО ПІДХОДУ ДО ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ

Шестерняк Марія Михайлівна,

к. е. н., доцент,
доцент кафедри аудиту,
Західноукраїнський національний університет

Цифровізація бізнес-процесів змінює інформаційне середовище, у якому функціонує внутрішній аудит. ERP-системи, хмарні технології, автоматизовані бізнес-процеси, великі масиви транзакційних даних, алгоритмічні рішення та штучний інтелект одночасно розширюють інформаційну базу аудиту й ускладнюють його ризикове середовище. За таких умов традиційна модель, у якій аудиторський цикл значною мірою будується навколо періодичної оцінки ризиків, формування плану перевірок, тестування та подальшого звітування, дедалі більше потребує технологічної та методологічної реконфігурації.

Сутність проблеми полягає не стільки в необхідності «оцифрувати» вже наявні аудиторські процедури, скільки у зміні самого способу продукування аудиторського знання. Якщо традиційний аудит переважно відповідає на питання, що відбулося, то цифровий внутрішній аудит має бути спроможним встановлювати чому це відбулося, які закономірності передували події, які ризикові сигнали вже присутні в інформаційному середовищі та якою може бути подальша траєкторія ризику.

Ця трансформація узгоджується із сучасним розвитком міжнародної професійної бази внутрішнього аудиту. Інститут внутрішніх аудиторів (The Institute of Internal Auditors – ІІА) оприлюднив нові Глобальні стандарти внутрішнього аудиту (Global Internal Audit Standards) у 2024 році, які у свою чергу набули чинності 9 січня 2025 року. Стандарти структурують професійну діяльність навколо 15 принципів, серед яких – демонстрація компетентності, належної професійної ретельності, стратегічне планування, управління ресурсами, ефективне виконання аудиторських завдань та комунікація результатів [1].

Ці стандарти дійсно докорінно змінили структуру Міжнародних основ професійної практики (International Professional Practices Framework – IPPF), об'єднавши попередні елементи в єдиний документ, побудований навколо 5 доменів та 15 принципів. Вищезазначені принципи (компетентність, професійна ретельність, стратегічне планування, комунікація) є фундаментальними для доменів «Професіоналізм», «Управління функцією внутрішнього аудиту» та «Виконання послуг внутрішнього аудиту».

План внутрішнього аудиту (Internal Audit Plan) має базуватися на принципах системного формування та постійного підтримання актуальності ризик-орієнтованого плану внутрішнього аудиту (Risk-Based Internal Audit Plan) [2].

Такий підхід гарантує, що діяльність аудиту буде чітко сфокусована на найбільш значущих для організації ризиках та орієнтована на майбутні потреби управління.

Отже, сучасний розвиток професійної методології створює концептуальне підґрунтя для поєднання ризик-орієнтованого підходу з цифровою аналітикою та інтелектуальними технологіями.

Ризик-орієнтований внутрішній аудит залишається методологічним ядром сучасної аудиторської функції. Його принципова перевага полягає у спрямуванні обмежених аудиторських ресурсів на ділянки, що мають найбільшу значущість для досягнення цілей організації. У цьому сенсі цифровізація не скасовує ризик-орієнтований підхід (Risk-Based Approach – RBA), а створює можливість зробити його динамічним, доказовим та інформаційно насиченим.

Традиційний ризик-орієнтований цикл внутрішнього аудиту являє собою послідовність взаємопов'язаних етапів, у межах яких результати ідентифікації та оцінювання ризиків визначають пріоритети аудиторського планування, зміст перевірок і подальші рекомендації для менеджменту. Узагальнено логіку такого циклу можна представити у вигляді послідовності, наведеної на рисунку 1.

Однак, цифрове середовище характеризується високою швидкістю зміни ризикових параметрів. Відповідно, ризикова оцінка, адекватна на початку планового періоду, може втратити актуальність задовго до завершення відповідного аудиторського циклу. Саме тому сучасний ризик-орієнтований внутрішній аудит доцільно розглядати не як статичну послідовність процедур, а як динамічну систему, здатну оперативно реагувати на нові інформаційні сигнали та зміни ризикового профілю організації.

У цьому контексті особливого значення набуває аналітика даних (Data Analytics). Chartered Institute of Internal Auditors (Chartered IIA)¹ у своєму дослідженні «Embracing Data Analytics» («Впровадження та освоєння аналітики даних») наголошує, що використання аналітики дає змогу внутрішньому аудиту своєчасніше формувати обґрунтовані висновки щодо стану ризиків і контрольного середовища, підвищувати аналітичну цінність результатів аудиту та посилювати спроможність керівництва своєчасно реагувати на ризики [3].

За даними дослідження Chartered IIA «Embracing Data Analytics», впровадження аналітики даних є критично важливим для сучасного внутрішнього аудиту, оскільки забезпечує вищий рівень впевненості (48%) та повне покриття аудиторського периметра (21%) замість вибіркового перевірок. Наразі 60% служб аудиту вже використовують аналітику (а 7% із них штучний інтелект), фокусуючись переважно на фінансових ризиках (62%) та боротьбі із шахрайством (17%). Незважаючи на те, що головними бар'єрами залишаються брак навичок (49%) та ресурсів (24%), автоматизація не загрожує професії, а навпаки – вивільняє час аудиторів для проактивного аналізу стратегічних і системних ризиків організації.

¹Chartered Institute of Internal Auditors (Chartered IIA) – це єдина спеціалізована професійна організація в Великій Британії та Ірландії, яка об'єднує та сертифікує фахівців у сфері внутрішнього аудиту.

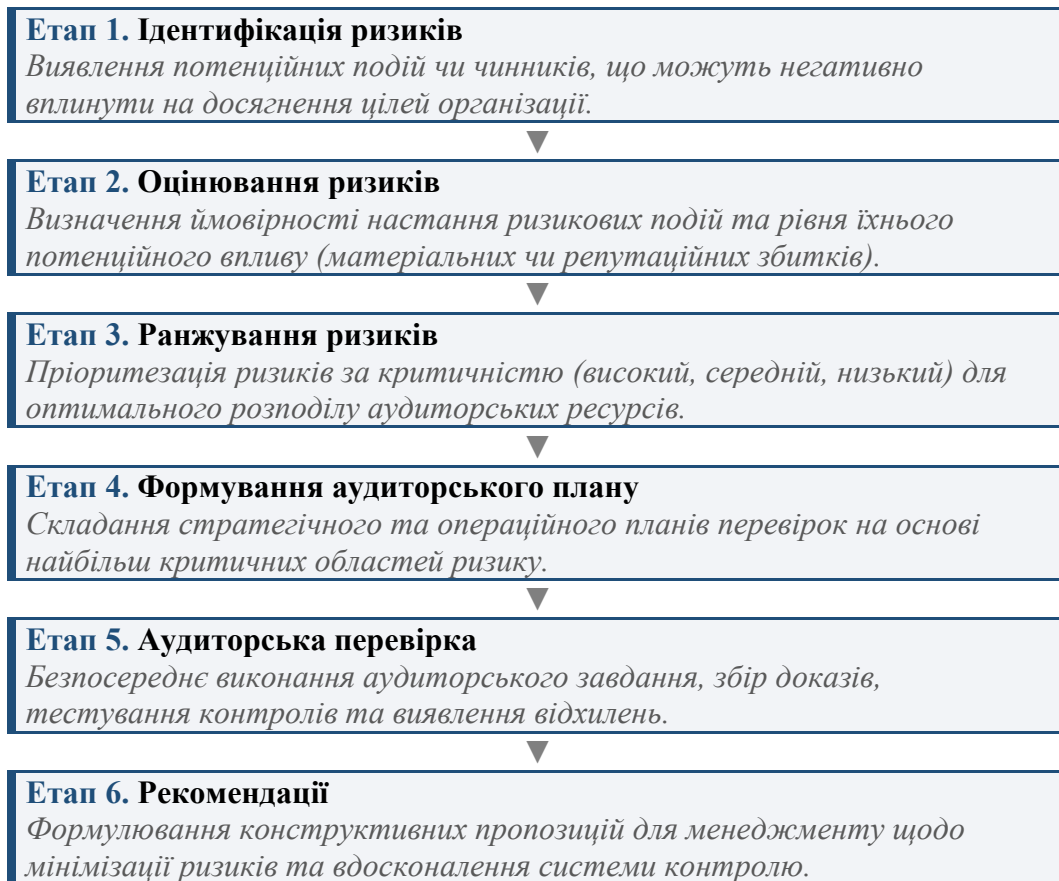


Рисунок 1. Традиційний ризик-орієнтований цикл внутрішнього аудиту
Примітка: розроблено автором на основі джерела [2]

Таким чином, цифрова аналітика змінює не сам принцип ризик-орієнтованості, а інформаційну основу його реалізації.

На нашу думку, цифрову трансформацію внутрішнього аудиту доцільно трактувати як послідовність якісних переходів. Водночас зазначена трансформація не є виключно технологічною зміною інструментарію. Йдеться про поступову зміну інформаційної основи аудиторського процесу, часової логіки отримання аудиторських доказів та характеру професійного судження. У результаті внутрішній аудит еволюціонує від переважно ретроспективного оцінювання вже здійснених операцій до системи, орієнтованої на своєчасне виявлення викривлень, моніторинг ризикових сигналів, прогнозування потенційних відхилень та інтелектуальне опрацювання інформації.

Перший рівень – *цифровізація аудиторських процедур*. На цьому етапі цифрові інструменти використовуються передусім для автоматизації окремих операцій аудиторського процесу: збору, структурування, оброблення, зіставлення та візуалізації інформації. При цьому технології переважно підвищують швидкість і точність виконання традиційних процедур, не змінюючи принципово їх методологічної логіки.

Другий рівень – *data-driven audit (аудит на основі даних)*. Аудитор переходить від обмеженого тестування до систематичного аналізу значних, а

потенційно й повних масивів операційних даних. У фокусі опиняються дублювання, нетипові транзакції, відхилення від нормативних параметрів, незвичні комбінації ознак та інші відхилення.

Третій рівень – *continuous auditing* (безперервний аудит) та *continuous monitoring* (безперервний моніторинг), за яких аналітичні процедури інтегруються в постійний інформаційний контур організації, забезпечуючи регулярне оцінювання ризиків і контрольного середовища.

Четвертий рівень – *predictive auditing* (прогнозний аудит), що передбачає застосування статистичних моделей, машинного навчання та інших аналітичних інструментів для оцінювання ймовірності реалізації ризиків та прогнозування потенційних відхилень.

П'ятий рівень – *intelligent auditing* (інтелектуальний аудит), у межах якого інтелектуальні технології дають змогу виявляти складні залежності, нетривіальні патерни та потенційно релевантні ризикові сигнали, які не були попередньо сформульовані аудитором як окремі гіпотези.

Такий підхід узгоджується із сучасними рекомендаціями ПА, відповідно до яких аналітика даних є важливим чинником підвищення своєчасності, якості та обґрунтованості результатів внутрішнього аудиту, а розвиток технологічних і аналітичних компетентностей визначається як необхідна передумова забезпечення його майбутньої професійної спроможності.

З огляду на те, пропонуємо розглянути концептуальну модель еволюції цифрового внутрішнього аудиту (рис. 2).

Принципово важливо, що наведена послідовність не передбачає відмови від ризик-орієнтованої парадигми. Навпаки, ризик-орієнтована логіка (Risk-Based Logic) залишається методологічним ядром внутрішнього аудиту, тоді як цифрові технології послідовно розширюють його інформаційну, аналітичну та прогностичну спроможність. З огляду на те, цифрову трансформацію доцільно розглядати не як заміну ризик-орієнтованого підходу, а як його якісну еволюцію – від статичного визначення аудиторських пріоритетів до динамічного управління ризиковими сигналами на основі даних.

Саме така позиція відповідає сучасному професійному дискурсу. ПА окремо розглядає використання Data Analytics та AI як інструментів, здатних підвищувати якість інсайтів (Insights), ефективність аудиторських процедур і підтримувати процес прийняття рішень [4].

Водночас ПА прямо звертає увагу на відмінність між традиційною аналітикою та AI: штучний інтелект може розширювати горизонт пошуку проблем, які не були сформульовані як початкові аудиторські гіпотези, але водночас створює ризик отримання нерелевантних або надмірно широких результатів [4].

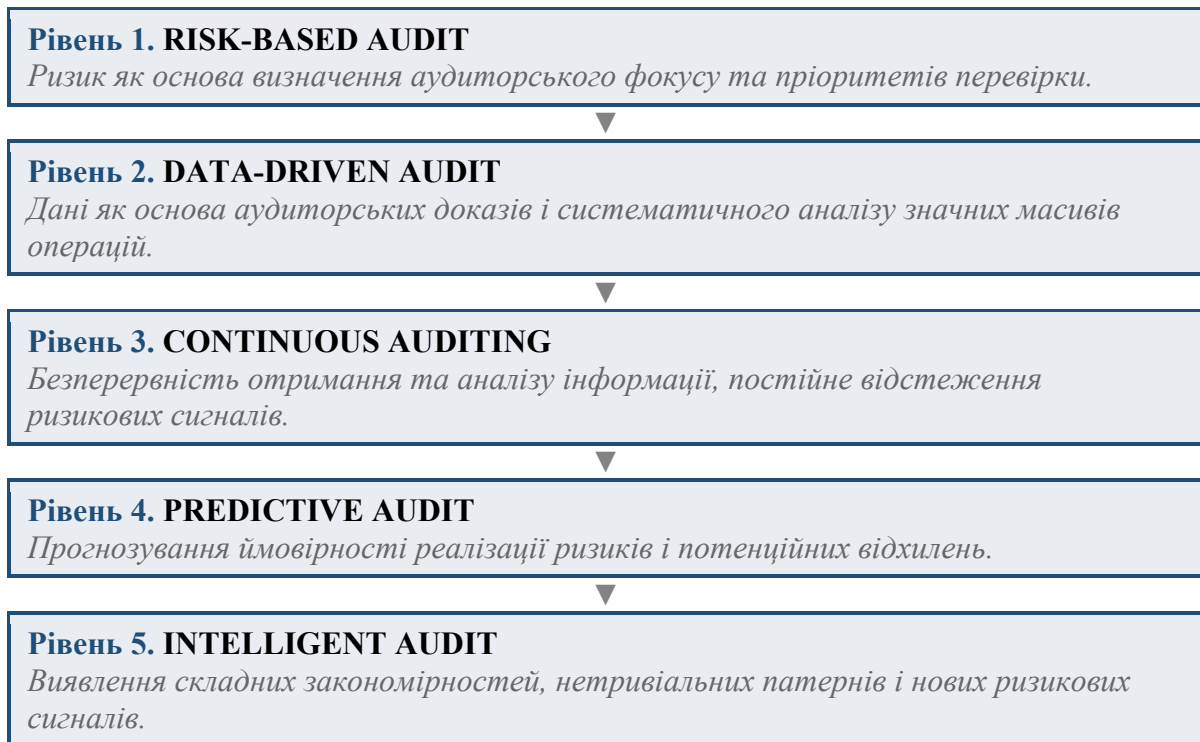


Рисунок 2. Еволюція цифрової трансформації внутрішнього аудиту
Примітка: розроблено автором

Отже, інтелектуалізація аудиту не повинна ототожнюватися з автоматизацією аудиторського судження. Навпаки, за умов зростання ролі алгоритмічних інструментів професійне судження аудитора набуває нового значення: саме аудитор визначає релевантність отриманих сигналів, оцінює їхню доказовість, враховує контекст діяльності організації та формує остаточний професійний висновок. Тому перспективна модель цифрового внутрішнього аудиту має ґрунтуватися не на принципі «людина або технологія», а на їхній комплементарності, за якої технологія розширює аналітичні можливості аудитора, але не підміняє його професійну відповідальність.

Однією з найбільш показових характеристик сучасної ситуації є розрив між усвідомленням стратегічної важливості цифрових компетентностей та фактичним рівнем їх застосування.

За даними звіту 2025 року North American Pulse of Internal Audit, опублікованого АІІ, 92% респондентів визнали аналітику даних (Data Analytics) однією з найважливіших технологічних компетенцій для майбутнього внутрішнього аудиту. Водночас лише 28% опитаних зазначили, що їхні служби внутрішнього аудиту мають високий або просунутий рівень використання дата-аналітики [5], що вказує на суттєвий розрив між технологічними очікуваннями та реальною готовністю команд.

Ці дані дозволяють зробити принциповий висновок: проблема цифрової трансформації внутрішнього аудиту вже не зводиться до доступності технологій.

Ключовим обмеженням стає організаційна та професійна спроможність перетворити технологічний потенціал на якісне аудиторське знання.

У дослідженні Chartered ІА серед бар'єрів розвитку Data Analytics також виділяються дефіцит навичок, ресурсні обмеження та часові витрати на впровадження [6].

Таким чином, цифрова зрілість внутрішнього аудиту не може оцінюватися виключно кількістю придбаних програмних продуктів. Її необхідно визначати через здатність аудиторської функції інтегрувати дані, технології, методологію та професійне судження.

У цьому контексті цифрова зрілість внутрішнього аудиту має розглядатися як комплексна характеристика, що охоплює не лише технологічну оснащеність, а й якість даних, рівень аналітичних компетентностей персоналу, зрілість методології, інтегрованість інформаційних систем та здатність аудиторів інтерпретувати результати алгоритмічного аналізу. Такий підхід принципово змінює критерії ефективності аудиторської функції: важливим стає не обсяг автоматизованих операцій сам по собі, а здатність цифрових інструментів підвищувати своєчасність, релевантність і прогностичну цінність аудиторської інформації.

Таким чином, цифрова трансформація внутрішнього аудиту є не просто технологічною модернізацією традиційних процедур, а якісною зміною самої архітектури аудиторської функції. Її сутність полягає у переході від періодичного ризик-орієнтованого оцінювання до динамічної моделі, у якій дані стають основою аудиторських доказів, безперервна аналітика – механізмом оперативного реагування, прогностичні інструменти – засобом проактивного управління ризиками, а інтелектуальні технології – інструментом виявлення складних і неочевидних закономірностей. При цьому ризик-орієнтований підхід зберігає статус методологічного ядра внутрішнього аудиту, а цифрові технології розширюють його аналітичні та прогностичні можливості. Відтак конкурентоспроможність і результативність сучасної аудиторської функції визначатимуться не стільки рівнем її технологічної автоматизації, скільки здатністю інтегрувати дані, технології, методологію та професійне судження аудитора.

Перспективним напрямом подальших досліджень є розроблення системи показників оцінювання цифрової зрілості внутрішнього аудиту та методичних підходів до інтеграції аналітики даних, штучного інтелекту й безперервного моніторингу у процесі управління ризиками.

Список літератури

1. The Institute of Internal Auditors. Global Internal Audit Standards. 2024. Effective January 9, 2025. URL: <https://www.theiia.org/en/standards/2024-standards/global-internal-audit-standards/> (дата звернення 03.09.2026)
2. The Institute of Internal Auditors. Developing a Risk-Based Internal Audit Plan. 2nd ed. Global Practice Guide. July 16, 2025. URL:

<https://www.theiia.org/en/content/guidance/recommended/supplemental/practice-guides/developing-a-risk-based-internal-audit-plan/> (дата звернення 03.09.2026)

3. Chartered Institute of Internal Auditors. Embracing Data Analytics. 2024. URL: <https://charterediia.org/content-hub/research-and-reports/embracing-data-analytics/> (дата звернення 03.09.2026)

4. The Institute of Internal Auditors. All Things Internal Audit Tech: Leveraging Data Analytics & AI. 2024. URL: <https://www.theiia.org/en/content/podcast/all-things-internal-audit/2024/ep-0052/> (дата звернення 03.09.2026)

5. The Institute of Internal Auditors. 2025 North American Pulse Report: Technology Skills and Usage. 2025. URL: <https://www.theiia.org/en/content/podcast/all-things-internal-audit/2025/ep-0064/> (дата звернення 04.09.2026)

6. Chartered Institute of Internal Auditors. Chartered IIA urges auditors to embrace data analytics. URL: <https://charterediia.org/advocacy/media-centre/press-releases-2022/chartered-ii-a-urges-auditors-to-embrace-data-analytics/> (дата звернення 04.09.2026)

7. The Institute of Internal Auditors. Understanding and Auditing Big Data. 2nd ed. Global Technology Audit Guide. URL: <https://www.theiia.org/globalassets/site/content/guidance/recommended/supplemental/practice-guides/gtag-understanding-and-auditing-big-data/gtag-understanding-and-auditing-big-data.pdf> (дата звернення 04.09.2026)

8. Шестерняк М.М. Облік і аудит в цифровій економіці: виклики глобалізації та перспективи. International Scientific Conference Digital and Innovative Economy: *Processes, Strategies, Technologies*: Conference Proceedings, January 25th, 2019. Kielce, Poland: Baltija Publishing. 220 pages. P. 187-189. URL: <https://api.dspace.wunu.edu.ua/api/core/bitstreams/a4cde824-25ae-466e-ab5f-c24a68e199a7/content>

9. Шестерняк М.М. Вплив інформаційних технологій на розвиток аудиторської діяльності. *Облік, оподаткування і контроль: теорія та методологія*: матеріали XIII Всеукр. наук.-практ. дистанційної конференції (м. Тернопіль, 6 грудня 2024 р.). Тернопіль: ЗУНУ, 2024. С. 56-59. URL: <https://api.dspace.wunu.edu.ua/api/core/bitstreams/50d7e311-98e2-484f-950c-036e4fc93be8/content>

THE CURRENT STATE OF ASSESSMENT SYSTEM FOR TECHNICAL DISCIPLINES IN THE TRAINING OF MILITARY RADIO TECHNICIANS

Barkhudaryan Mykola

Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher,
Associate Professor, Department of Physics and Radioelectronics,
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University,
Kharkiv, Ukraine

Karlov Volodymyr

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Head of the Department of Physics and Radio Electronics,
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University,
Kharkiv, Ukraine

Kovalchuk Andrii

PhD in Engineering, Associate Professor,
Professor, Department of Physics and Radioelectronics,
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University,
Kharkiv, Ukraine

Biesova Oksana

PhD in Engineering
Associate Professor, Department of Physics and Radioelectronics,
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University
Kharkiv, Ukraine

Nos Andrii

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor, Department of Physics and Radioelectronics,
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University,
Kharkiv, Ukraine

The current stage of development in Ukraine's security and defense sector calls for a fundamental transformation of the military education system. In the context of full-scale war and rapid changes in combat tactics, one of the key indicators of effectiveness personnel training at higher military educational institutions is the high-quality organization of examination process [1-2].

Modern combat is rightly referred to as a "war of technology," in which dominance of the electromagnetic spectrum is one of the key conditions for victory. Accordingly, the training of officers and noncommissioned officers for the Radio Technical Forces

(RTF), electronic warfare (EW) units, and communications units requires not only in-depth engineering knowledge but also specific approaches to assessing these competencies [3-5]. In the military training system, an exam is not merely an academic assessment of knowledge, but a final milestone that determines a future specialist's combat readiness, psychological resilience, and leadership qualities before they are deployed to carry out real-world missions. Assessment of technical disciplines in the field of radio engineering must combine fundamental science (electrodynamics, signal theory) with the harsh realities of modern equipment operation on the battlefield [6-8].

The administration of exams at military institutes and academies is based on strict regulations issued by the Ministry of Defense and the Ministry of Education and Science of Ukraine. The assessment of students' knowledge is a multi-level process: from entrance exams (a national multi-subject test, physical fitness standards, and psychological screening) to semester exams and the State Certification of graduates.

In addition to academic and teaching staff, examination committees must include officers with actual combat experience and representatives of the units that will receive the graduates (commanders of combat units, officers from military command structures). This allows for the evaluation of cadets' knowledge through the lens of its practical value.

As demonstrated by the experience of educational institutions operating during martial law, the ongoing assessment of military personnel's knowledge was successfully transitioned to remote platforms (such as Moodle). Automated testing of theoretical knowledge minimizes instructor bias and allows for the rapid evaluation of large groups of students.

The complexity of radio engineering disciplines necessitates specific requirements for the structure of the examination process. A significant body of theoretical information (tactical-technical characteristics of equipment, calculations of radar station line-of-sight ranges) has been converted into digital format.

The training of radio engineering specialists is based on a competency-based approach, which precludes the possibility of merely rote memorization of the material.

The exam in specialized subjects always consists of two components. While theory (knowledge of circuit design and signal processing algorithms) is assessed through tests, the practical portion requires candidates to meet operational standards using actual equipment at training ranges (deploying antenna systems, configuring radio stations, and detecting targets).

Effective evaluation requires conditions that closely resemble those of the modern battlefield. However, since working with actual emitting equipment often reveals positions or is limited by the equipment's operational life, virtual simulators (VR), laser-based combat simulation systems (MILES), and software-defined radio (SDR) systems are actively used to simulate complex electronic warfare environments during command-and-staff exercises using simulation systems such as JCATS [3, 9]. Examiners assess the cadet's ability to make decisions under conditions of severe time constraints and a lack of information.

Currently, the assessment system at military higher education institutions is being actively adapted to European and Euro-Atlantic military standards. Integration into the

Euro-Atlantic security space requires an update to the criteria for the academic success of engineering cadets.

Educational Institutions use the European Credit Transfer and Accumulation System (ECTS), adapted to traditional institutional grading scales.

A separate component of the exams is the assessment of knowledge based on NATO standards [10]. This applies to both English language proficiency and management procedures.

For radio technicians, this includes knowledge of data exchange protocols (such as Link 16), proficiency in technical English (STANAG 6001), and familiarity with troop leadership procedures (TLP – Troop Leading Procedures, MDMP) during the deployment of technical nodes.

When operating in stressful situations, the evaluation focuses not only on the ability to set up a radar or electronic warfare station, but also on the ability to quickly troubleshoot hardware malfunctions while under enemy fire. Evaluation criteria include mental and psychological resilience and leadership in crisis situations (the ability to take command in the event of the commander's "loss").

In leading global practices, an integral part of the examination process is the After Action Review (AAR) procedure – a detailed review and analysis of the actions taken after a mission has been completed. In leading global practices, an integral part of the examination process is the After Action Review (AAR) procedure – a detailed review and analysis of the actions taken after a mission has been completed.

After completing the exercise (for example, detecting a group of air targets under conditions of active jamming), the examiner and the cadet analyze the station's log files and telemetry.

Cadets not only passively receive feedback from their instructors but also actively participate in analyzing their own decisions. This approach allows the examiner to understand the military specialist's line of reasoning, while enabling the cadet to recognize their tactical mistakes and identify avenues for professional improvement, thereby fostering a deep engineering mindset.

Technology is constantly evolving, which poses ongoing challenges for the examination system at technical universities.

The main problem is the risk that exam syllabi will become outdated when they fail to keep pace with the rapid evolution of military capabilities. Knowledge regarding the use of UAVs, electronic warfare, satellite communications, and counter-battery operations must be continuously incorporated into exam questions, based on real-world experience (Lessons Learned) from the Russian-Ukrainian war.

To eliminate any subjectivity, it is necessary to implement strict, standardized protocols (checklists) for evaluating performance standards when working with radio equipment.

In the context of digitalization, it is extremely important to ensure academic integrity and prevent the use of unauthorized aids during remote and computer-based testing.

Thus, the training and evaluation of future specialists in the field of radio engineering is not a routine academic process, but rather a strategic tool for shaping

the nation's future defense capabilities – a multilevel process that combines the assessment of fundamental engineering knowledge with survival skills and the ability to operate equipment in the context of modern combined-arms combat.

The evolution of the assessment system – from traditional reproductive testing to complex, multidimensional field simulations conducted under psychological pressure—is inevitable. The primary goal of any examination in the training of military professionals is to ensure that the commander who enters the battlefield is capable of effectively carrying out combat missions, defeating the enemy, and saving the lives of his subordinates.

References

1. Про затвердження Концепції трансформації системи військової освіти в Україні : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 15 груд. 2022 р. № 1151-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1151-2022-%D1%80> (дата звернення: 03.09.2026).
2. Ягунов В. В., Свістун В. І. Компетентнісний підхід до оцінювання результатів навчання майбутніх офіцерів. Військова освіта. 2021. № 1 (43). С. 18-27.
3. Смирнов О. М., Ковальчук В. О. Особливості застосування технологій програмно визначених радіосистем (SDR) у підготовці та перевірці знань фахівців радіотехнічних військ. Системи озброєння і військова техніка. 2022. № 3 (71). С. 45-51.
4. Мірненко В. І. Використання засобів імітаційного моделювання та віртуальних полігонів під час проведення іспитів у військових закладах вищої освіти. Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. 2020. № 2 (38). С. 67-72.
5. Бойко О. В. Організація дистанційного навчання та автоматизованого контролю знань у ВВНЗ в умовах воєнного стану. Інноваційна педагогіка. 2023. Вип. 55, Т. 1. С. 12-17.
6. Коростельов С. М. Імплементція стандартів НАТО у систему підготовки та екзамнування військових фахівців зв'язку та радіоелектронної боротьби. Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. 2021. Вип. 72. С. 55–63.
7. Smith J., Brown A. Competency-Based Assessment in Military Engineering Education: Bridging the Gap Between Theory and Practice. Journal of Military Learning. 2020. Vol. 4, no. 2. P. 34-48.
8. A Leader's Guide to After-Action Reviews (TC 25-20). Washington, DC : Headquarters, Department of the Army, 1993. 45 p.
9. Johnson R., Miller T. Modern Electronic Warfare Training: Incorporating SDR and Virtual Simulations into Examinations. Defense Electronics and Systems. 2022. Vol. 12, no. 1. P. 112-119.
10. NATO Standard ATrainP-1. Training and Education for Peace Support Operations. Edition C, Version 1. Brussels : NATO Standardization Office, 2017. 84 p.

OPPORTUNITIES AND PROSPECTS OF USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN TEACHING HISTORY IN HIGHER EDUCATION

Fuad Mursalli Mirnasiyat

Senior lecturer, Jalilabad city

Branch of ASPU in Jalilabad

Azerbaijan

Abstract: This article theoretically examines the opportunities and prospects of using artificial intelligence technologies in the teaching of history in higher education. The main purpose of the study is to determine how AI technologies can contribute to the development of students' critical thinking. The article investigates the theoretical foundations of the concepts of artificial intelligence and critical thinking, and systematizes the possibilities of applying these technologies in history teaching — creating a personalized learning environment, intensifying work with historical sources, stimulating inquiry-based learning, expanding multi-perspective analysis, and improving assessment processes. At the same time, challenges such as the risk of cognitive passivity, the problem of source reliability, and digital literacy inequality are also assessed. The study concludes that the responsible and pedagogically well-founded integration of artificial intelligence into the teaching process can contribute to the development of students' critical thinking.

Keywords: artificial intelligence; history teaching; critical thinking; higher education; teaching technologies

Introduction. The rapid development of artificial intelligence (AI) technologies has brought about fundamental changes in many areas of education systems, including higher education. In recent years, in particular, personalized learning systems, virtual assistants, and data analytics have made it possible to raise the teaching and learning process to a qualitatively new level [5]. While this process encompasses almost all stages of education, it is also affecting the teaching methodology of the humanities, and history in particular.

The teaching of history should traditionally be aimed not at the memorization of facts, but at developing students' critical thinking, their ability to analyze the cause-and-effect relationships of historical events, and their capacity to comparatively evaluate different sources. In this regard, the integration of AI tools into history teaching is creating new opportunities for developing students' skills in questioning historical events, putting forward hypotheses, and engaging in the process of historical analysis [6]. At the same time, researchers note that AI creates both opportunities and challenges for the development of critical thinking in higher education — uncontrolled use of AI tools may lead to cognitive passivity among students and a weakening of independent analytical skills [3].

The relevance of the topic is conditioned by several factors. First, AI technologies are already becoming an inseparable part of the teaching process in higher education institutions, and this process is irreversible. Second, the distinctive teaching methodology of history — source criticism, the reconstruction of historical context, and multi-perspective analysis — requires special attention when AI technologies are applied. Third, although the relationship between AI and critical thinking has been widely studied in the scholarly literature [10], the theoretical analysis of this problem specifically within the context of history teaching remains a relatively underexplored area.

The purpose of the study is to theoretically analyze the opportunities and prospects of using AI technologies in the teaching of history in higher education, and to determine how these technologies can contribute to the development of students' critical thinking.

To achieve this purpose, the following tasks are set:

- To examine the theoretical foundations of the concepts of artificial intelligence and critical thinking;
- To systematize the possibilities of applying AI technologies in the teaching of history;
- To assess the existing challenges and prospects in this field.

Theoretical Background and Literature Review. In the educational context, artificial intelligence is understood as computer systems that perform human-like cognitive functions (learning, decision-making, data analysis). Luckin and colleagues propose to view the application of AI in education (AIEd) not merely as a technical tool, but as a synthesis of pedagogy, subject content, and student models [5]. This approach highlights the importance of integrating AI into the teaching process not as a mechanical addition, but as an organic part of the pedagogical system.

Doroudi, examining the historical relationship between artificial intelligence and education, notes that this field has undergone a long evolutionary path and today encompasses a broad spectrum ranging from adaptive learning systems to generative AI tools [4]. This historical context shows that the application of AI in education is not a sudden phenomenon, but the result of long-term scientific and technical development.

In the scholarly literature, critical thinking is characterized as a purposeful, evaluative, and self-regulating process of thought. This process implies that, instead of passively accepting information, an individual questions it, evaluates the reliability of sources, and draws logically substantiated conclusions. This is particularly important from the standpoint of history as a discipline, since historical cognition is itself grounded in the critical analysis of sources.

Research conducted in this direction is dual in character. On the one hand, a case study of AI-based chatbots in higher education found that dialogic interaction with AI contributed to the formation of a culture of questioning among students, particularly the emergence of integrative and critically engaged questions [2]. On the other hand, Chiu and colleagues warn that uncontrolled and uncritical use of AI tools may, conversely, lead to cognitive passivity. This contradictory picture shows that the effect of AI on critical thinking is not automatic, but depends specifically on how it is pedagogically structured [3].

Studies conducted in the context of history teaching show that AI facilitates access to historical sources, creates conditions for the analytical treatment of historical data, and enables the active engagement of students in the process of questioning historical events. A study conducted in the Ugandan context revealed both the opportunities of applying these technologies in developing countries and the challenges related to infrastructure and digital literacy [7]. A mixed-methods study conducted in the Jordanian context similarly demonstrated that AI tools can enhance historical analysis and interpretation while supporting the development of students' critical thinking skills, drawing on practical teaching experience, emphasizes that AI has the potential to transform historical cognition from passive assimilation into active, inquiry-based discovery.

The review conducted shows that, although the relationship between AI and critical thinking has been sufficiently studied in the general pedagogical context, the systematic theoretical analysis of this problem specifically within the framework of history's distinctive methodology (source criticism, historical contextualization, multi-perspective analysis) remains relatively limited [10]. This substantiates the scientific novelty and necessity of the present study.

Opportunities for Applying Artificial Intelligence Technologies in the Teaching of History. AI-based adaptive systems make it possible to form an individual learning trajectory tailored to a student's level of knowledge, learning pace, and area of interest. In the context of history, this can be realized, for example, by presenting material at different levels of depth to a student more inclined toward medieval history and to one more inclined toward modern history. Unlike the traditional "one-size-fits-all" model, this approach increases students' active participation and their enthusiasm for independent inquiry, which is one of the initial conditions for the formation of critical thinking.

AI technologies facilitate access to large volumes of historical archives, digitized documents, and texts, and also enable the rapid searching and preliminary analysis of these sources. This provides students with a broader basis for developing source-criticism skills — instead of being limited to a small number of textbook texts, they gain the opportunity to comparatively analyze various types of primary and secondary sources.

AI-based dialogue systems (chatbots), by working with students in an interactive question-and-answer format, encourage them to ask questions about historical events, put forward hypotheses, and substantiate their own positions. This process develops in accordance with a five-level questioning model (general/defining, specific, applied, integrative, critically engaged), creating conditions for students to transform from passive recipients of information into active historical analysts.

Demonstrating how historical events are interpreted differently from the standpoint of different sources, ideologies, and cultural contexts is one of the core methodological principles of history teaching. In this regard, AI tools can enable students to rapidly compare how the same event is presented differently by various historical schools or sources, which in turn prompts critical reflection on the concepts of historical objectivity and subjectivity.

AI-based assessment tools have the potential to provide prompt feedback by analyzing the quality of argumentation, the degree of source use, and the logical coherence of students' written work. This is particularly useful in circumstances where a teacher's capacity to devote individual attention to each student is limited.

Challenges and Limitations. Alongside these opportunities, a number of serious challenges also exist:

- Risk of cognitive passivity — Uncontrolled use of AI tools may lead students to mechanically accept ready-made answers instead of conducting their own analysis, which runs counter to the development of critical thinking.
- Source reliability problem — The fact that generative AI models sometimes produce inaccurate or fabricated (hallucinated) information further increases the necessity of verifying historical facts.
- Digital literacy inequality — Not all students and teachers possessing the same level of proficiency in using AI tools effectively can create institutional inequalities.
- Lack of methodological preparation — Teachers need appropriate training and support in order to integrate AI pedagogically in a correct manner.

Prospects. The future success of applying AI in history teaching depends, above all, on positioning the technology as a tool that strengthens rather than replaces critical thinking. In this regard, integrating "AI literacy" courses into history teaching programs, as well as improving teacher-training systems in this direction, appear to be the main promising areas.

Conclusion. The theoretical analysis conducted shows that the integration of artificial intelligence technologies into the teaching of history in higher education creates significant opportunities for the development of students' critical thinking. The creation of a personalized learning environment, the intensification of work with historical sources, the stimulation of inquiry-based learning, the expansion of opportunities for multi-perspective analysis, and the improvement of assessment processes constitute the main directions of these opportunities.

At the same time, the analysis also showed that the integration of AI into the teaching process does not automatically lead to the development of critical thinking. Factors such as the risk of cognitive passivity, the problem of source reliability, digital literacy inequality, and teachers' lack of methodological preparation indicate that this process requires careful pedagogical planning. In other words, the effect of AI technologies is not neutral — whether the outcome is positive or negative depends specifically on how these technologies are structured and which pedagogical goals they serve.

In this regard, the following directions may be considered promising for increasing the effectiveness of using AI in the teaching of history:

- Incorporating an AI-literacy component into teacher-training programs;
- Developing teaching scenarios in which AI tools are aligned with historical source-criticism methodology;
- Building students' ability to critically evaluate the conclusions produced by AI;
- Promoting the exchange of experience among higher education institutions in this field.

The theoretical nature of the study also constitutes its limitation — verifying the propositions put forward through empirical means (student and teacher surveys, based on concrete lesson practice) remains a relevant direction for future research. Nevertheless, the theoretical analysis conducted substantiates that the responsible and pedagogically well-founded integration of artificial intelligence technologies into history teaching can contribute to the development of students' critical thinking.

References

1. Alomoush, A. N. (2026). Revolutionizing history education: The role of AI in enhancing historical analysis and interpretation. In A. Sarea, A. Echchabi, M. A. Salami, & A. Mahmood (Eds.), *Artificial intelligence for sustainable innovation management*. Springer.
2. Brazão, P., & Tinoca, L. (2025). Artificial intelligence and critical thinking: A case study with educational chatbots. *Frontiers in Education*, 10, 1630493.
3. Chiu, T. K., Xia, Q., Zhou, X., Chai, C. S., & Cheng, M. (2023). Systematic literature review on opportunities, challenges, and future research recommendations of artificial intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100118.
4. Doroudi, S. (2023). The intertwined histories of artificial intelligence and education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 33(4), 885–928.
5. Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson.
6. Mintz, S. (2024, November 25). Using AI to make history teaching and learning more impactful. *Inside Higher Ed*.
7. Muleke, P., Kalule, J., & Tomusange, R. (2026). Strategic integration of artificial intelligence in history education: Challenges and best practices in higher education in Uganda. *European Journal of Education and Pedagogy*, 7(3), 45–50.
8. Palmer, E. (2024). The impact of generative AI on higher education learning and teaching: A study of educators' perspectives. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6, 100221.
9. Salido, A., Syarif, I., Sitepu, M. S., Suparjan, Wana, P. R., Taufika, R., & Melisa, R. (2025). Integrating critical thinking and artificial intelligence in higher education: A bibliometric and systematic review of skills and strategies. *Social Sciences & Humanities Open*, 12, 101924.
10. Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education — where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 1–27.

THE INTEGRATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE INTO THE EDUCATIONAL PROCESS: OPPORTUNITIES AND PEDAGOGICAL PERSPECTIVES

Ismayilova Elnara Atamali

Senior Lecturer, Jalilabad city

Branch of ASPU in Jalilabad

Department of Natural and Social Sciences and Their Teaching

PhD in Pedagogy

Azerbaijan

Abstract

Artificial intelligence (AI) has emerged as one of the most significant technological developments influencing contemporary education. The integration of AI into the educational process creates new opportunities for improving teaching and learning, supporting personalized education, enhancing assessment practices, and assisting teachers in responding to diverse learner needs [1, 2]. At the same time, the increasing use of AI technologies raises important pedagogical, ethical, and professional questions concerning academic integrity, data privacy, transparency, and the development of appropriate digital competencies [1, 3]. This article examines the opportunities and pedagogical perspectives associated with integrating artificial intelligence into education. Particular attention is given to personalized learning, intelligent educational technologies, assessment, teacher support, student engagement, and the development of digital competencies. The article also considers the importance of responsible and pedagogically appropriate use of AI, emphasizing that technology should support rather than replace the professional role of teachers [2, 3]. It concludes that effective integration of artificial intelligence requires appropriate pedagogical planning, teacher preparation, ethical principles, equitable access to technology, and continuous professional development.

Keywords:

artificial intelligence, education, digital technologies, personalized learning, teacher competence, educational innovation, pedagogical perspectives.

Introduction

The rapid development of digital technologies has significantly transformed contemporary educational systems. In recent years, artificial intelligence has become an increasingly important component of this transformation, creating new possibilities for teaching, learning, assessment, and educational management [2].

The development of generative artificial intelligence has further increased interest in the role of AI in education and has encouraged educational institutions and policymakers to reconsider traditional approaches to teaching and learning [1].

The role of technology in education has expanded considerably as schools and higher education institutions seek more flexible, interactive, and learner-centered approaches. Contemporary education increasingly emphasizes individual differences,

active participation, critical thinking, creativity, and independent learning. Artificial intelligence can contribute to these objectives by supporting adaptive learning environments in which educational content and activities can be adjusted according to learners' needs and progress [2].

One of the most important pedagogical opportunities provided by AI is personalized learning. Learners differ in their abilities, interests, prior knowledge, learning pace, and educational needs. AI-supported educational systems can analyze learners' performance and provide differentiated content, tasks, and feedback. Such technologies may help teachers identify areas in which learners require additional support and facilitate more individualized approaches to teaching and learning [2].

Artificial intelligence also has the potential to support teachers' professional activities. Teachers are responsible for planning instruction, preparing learning materials, assessing students, providing feedback, managing classroom activities, and responding to individual educational needs. AI-based technologies can assist teachers in some of these activities and reduce the time required for certain administrative and preparatory tasks. However, the effective use of such technologies depends on teachers having appropriate digital and pedagogical competencies [2, 4].

Another important area is assessment. Contemporary educational approaches increasingly emphasize continuous and formative assessment, which enables teachers to monitor learners' progress and adjust instruction accordingly. AI-based systems can support the analysis of learning data and provide rapid feedback, creating additional opportunities for continuous monitoring of educational outcomes. Nevertheless, technological assessment should not replace professional teacher judgment, because educational evaluation involves individual, social, and contextual factors that require human interpretation [1, 2].

The integration of artificial intelligence also creates new challenges for educational institutions. Questions concerning academic integrity, data protection, privacy, transparency, algorithmic bias, unequal access to technology, and the appropriate use of AI-generated content have become increasingly important [1, 3]. UNESCO emphasizes the need for a human-centered approach to generative AI in education, including appropriate ethical safeguards, protection of personal data, and pedagogically meaningful use of these technologies [1].

For this reason, the successful integration of artificial intelligence requires a balanced approach in which technological opportunities are combined with sound pedagogical principles. Teachers should remain central figures in the educational process, while AI should function as a supportive instrument that enhances teaching and learning rather than replacing human interaction and professional decision-making [2, 4]. Developing teachers' AI literacy, establishing ethical principles, ensuring equitable access, and promoting continuous professional development are therefore essential conditions for the effective use of artificial intelligence in contemporary education.

Conclusion

Artificial intelligence has become an increasingly important component of contemporary education and is creating new possibilities for teaching, learning,

assessment, and educational development. The analysis presented in this article demonstrates that AI can support personalized learning, provide additional opportunities for formative assessment, assist teachers in preparing educational materials, and increase learners' access to flexible and interactive learning experiences [1, 2]. At the same time, the educational value of artificial intelligence depends largely on the pedagogical purposes for which it is used.

The integration of AI requires a reconsideration of teachers' professional competencies and responsibilities. Teachers need to develop not only general digital skills but also specific competencies related to understanding AI, evaluating its outputs, applying ethical principles, and integrating AI into pedagogically meaningful learning activities. UNESCO's AI Competency Framework for Teachers emphasizes human-centred approaches, AI ethics, AI foundations and applications, AI pedagogy, and AI-supported professional learning as important dimensions of teacher competence in the AI era [3]. Furthermore, artificial intelligence should not be viewed as a replacement for teachers. The human dimension of education remains essential because teaching involves communication, motivation, empathy, ethical guidance, contextual understanding, and professional judgment. AI can support these processes by providing technological assistance, but responsibility for educational decisions should remain with qualified educators [2, 3].

The effective use of AI also requires attention to ethical and social challenges. Academic integrity, data privacy, algorithmic bias, unequal access to technology, and the reliability of AI-generated information represent important issues that educational institutions need to address [1, 2].

Therefore, the integration of AI should be accompanied by clear institutional policies, appropriate safeguards, teacher preparation, and opportunities for learners to develop responsible AI literacy.

In conclusion, artificial intelligence has considerable potential to improve the quality and effectiveness of contemporary education when it is integrated within a clear pedagogical and human-centred framework.

The future of AI in education should therefore focus not simply on technological adoption but on the development of educational environments in which technology, teachers, and learners work together. Investment in teacher professional development, ethical standards, digital infrastructure, and equitable access will be essential for ensuring that AI contributes to inclusive, effective, and sustainable educational development [2, 3].

References

1. UNESCO. (2023). *Guidance for Generative AI in Education and Research*. Paris: UNESCO.
2. OECD. (2023). *OECD Digital Education Outlook 2023: Towards an Effective Digital Education Ecosystem*. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/c74f03de-en>
3. Miao, F., & Cukurova, M. (2024). *AI Competency Framework for Teachers*. Paris: UNESCO. <https://doi.org/10.54675/ZJTE2084>

EDUCATION
INTEGRATION OF SCIENCE AND EDUCATION: EXPERIENCE, REALITIES, AND
PERSPECTIVES

4. UNESCO. (2024). *AI Competency Framework for Students*. Paris: UNESCO.
5. UNESCO. (2020). *Artificial Intelligence and Education: Guidance for Policy-makers*. Paris: UNESCO.
6. OECD. (2021). *Digital Education Outlook 2021: Pushing the Frontiers with AI, Blockchain and Robots*. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/589b283f-en>

DIFFERENTIATED INSTRUCTION IN TEACHING THE SOLUTION OF COMPLEX PROBLEMS

Ruslan Namiq Niftullayev

Senior Lecturer, Jalilabad city

Branch of ASPU in Jalilabad

Student and Academic Administration Department-Specialist in Student Registration
and Records
Azerbaijan

Abstract:

This article explores how differentiated mathematics instruction enhances cognitive skills in primary students. Addressing the limitations of uniform teaching, it proposes grouping students by problem-solving abilities and using tailored tasks. By replacing rote memorization with heuristic problem-solving, educators can foster theoretical thinking and accommodate diverse learning needs.

Keywords;

Differentiated instruction, primary mathematics, cognitive skills, problem-solving, theoretical thinking

Differentiated instruction

Developing Students' Cognitive Skills Through Differentiated Mathematics Instruction in Primary Schools

One of the most important tasks facing the modern school is the development of students' cognitive skills. It is well known that these skills are not only formed but also continuously developed throughout the learning process. The educational activities of primary school students create opportunities for the emergence of qualities that can form the foundation of fundamental skills and habits. Psychological research proves that in order to ensure student development and cognitive skills, the content of education must be given a developmental character.

Thus, fulfilling educational standards is brought to the forefront in modern school learning, which should be reflected in students' knowledge. School subjects must ensure the formation of high-level thinking, including theoretical thinking, among students. Although this idea has not yet found widespread application in mass school education, general student development—specifically within the process of mathematics instruction—is treated as a matter of primary importance.

Modern primary school mathematics textbooks place special emphasis on problem-solving-based learning and the development of mathematical thinking through typical problem types. However, a uniform textbook and a uniform lesson system to some extent hinder the development of more talented students. The way forward lies in grouping students according to their knowledge levels during mathematics instruction and applying a system of exercises tailored to each level. Grouping students within the

same classroom to ensure their individual development and conducting instruction accordingly is called **differentiated instruction by level**.

2. Grouping Students According to Their Problem-Solving Skills

This approach offers great potential in the process of mathematics instruction. Alongside the exercises in the textbook, the teacher designs a system of exercises with a relatively higher degree of difficulty from alternative sources and assigns them to high-achieving students. Consequently, students in each group receive tasks appropriate to their capabilities and engage in educational activities under the teacher's guidance. A major part of the teacher's work consists of preparing the exercise system for each group during the pre-lesson preparation phase.

Requirements for Selecting Supplementary Didactic Material It is a recognized fact that mathematics, as a school subject, plays a vital role in cultivating intellectually and creatively gifted individuals. No other subject can rival mathematics in developing students' thinking, as it features high levels of abstraction and generalization, with knowledge acquired through both inductive and deductive methods. A specific characteristic of mathematical thinking is its plurality of types. The development of various types of thinking enables the transition of cognition and thinking from an empirical to a theoretical level.

Pedagogical experiments and school practice demonstrate that solving specifically typed and purposefully selected problems is highly beneficial for developing thinking in young and adolescent children. Integrating cognitive, thought-provoking problems into primary mathematics education and solving them must rely on students' baseline knowledge. By doing so, the teacher achieves two main objectives:

1. Mathematics instruction acquires a developmental character.
2. Students acquire theoretical knowledge through heuristic pathways.

It is precisely during the problem-solving process that indicators of students' mathematical abilities become apparent. These indicators include:

- ☐ a) Rapid comprehension and assimilation of mathematical knowledge;
- ☐ b) Possession of mathematical skills and habits;
- ☐ c) Demonstrating operational efficiency when learning mathematical material;
- ☐ d) Quickly learning and memorizing mathematical properties, rules, and regularities;
- ☐ e) Showing a strong interest in learning mathematics;
- ☐ f) Dynamism of thinking during the reasoning process;
- ☐ g) Possession of traits characteristic of figurative thinking.

The issues discussed above are directly related to mathematics instruction, and the realization of these propositions largely depends on problem-solving. At the modern stage, the factor of problem-solving in primary students' mathematical education is gaining increasing importance. However, practice reveals that the majority of students experience difficulties in solving problems. Methodological literature attributes these difficulties to the following causes:

1. **Inadequate level of mathematics teaching methodology:** Students often prefer to memorize solution algorithms during the problem-solving process.

2. Failure to account for students' individual differences: Since students possess varying individual abilities, teachers often overlook this during problem-solving.

To eliminate the first cause, instruction must be given a developmental character. To overcome the second cause, certain modifications must be made to the organization (format) and content of instruction.

When solving any complex problem in a whole-class setting, we observe the following scenario:

- A portion of students grasp the problem quickly and solve it following a brief explanation by the teacher;
- Another portion of students solve the problem only after a detailed explanation and with the teacher's assistance;
- A remaining portion of students are unable to solve the problem despite a detailed explanation and resort to copying the ready-made solution from the blackboard into their notebooks.

3. Assigning Problems Tailored to Each Group's Level

How should problem-solving instruction be organized in mathematics so that all students benefit from the lesson? To answer this question, modifications must first be made to the organizational format of instruction and the content of the didactic materials provided.

To achieve this, work must be carried out in two directions:

1. Grouping students according to their problem-solving skills;
2. Assigning problems tailored to the level of each group.

From the explanation above, it is evident that students in a single classroom can be divided into at least three groups:

- High-performing student group,
- Average-performing student group,
- Low-performing student group.

Naturally, tasks designed for the high-performing group are not accessible to the low-performing group, as they would be unable to cope with the presented problems.

The characteristics of students' mental activity allow for the development of various methodological variants for organizing problem-solving work involving word problems during the educational process. During the lesson, problems appropriate to each group's level are presented. Drawing upon the algorithm of stages for solving complex problems, students utilize corresponding series of reasoning. Following the organization of differentiated instruction, individual task cards are distributed to students. These cards are prepared in advance by the primary teacher.

The content of these cards can be determined in two ways:

1. Incorporating problems specific to the level of each group;
2. Presenting the exact same problem to all groups, but structuring the accompanying tasks in a differentiated manner.

Students complete the tasks in a written format on the worksheets provided to them. It is worth noting that the achievement levels are not explicitly stated on the distributed cards; instead, the teacher marks them using special symbols.

References

1. Moro, M. I., & Pyshkalo, A. M. (1978). *Metodika obucheniya matematiki v I-III klassakh* [Methods of teaching mathematics in grades 1-3]. Prosveshchenie.
2. Bantova, M. A., & Beltyukova, G. V. (1976). *Metodika prepodavaniya matematiki v nachalnykh klassakh* [Methods of teaching mathematics in primary grades]. Prosveshchenie.
3. Skatkin, L. N. (1972). *Metodika nachalnogo obucheniya matematike* [Methods of primary mathematics education]. Prosveshchenie.
4. Filichev, S. V., & Chekmaryov, Ya. F. (1954). *Hesab məsələləri həlli üçün rəhbər* [A guide for solving arithmetic problems]. Baku: Azernashr. [in Azerbaijani]
5. Pchelko, A. S. (1998). *İbtidai məktəbdə hesab tədrisinin metodikası* [Methods of teaching arithmetic in primary school] (Translated from Russian by N. Murghuzov & P. Jalalova). Baku: Maarif. [in Azerbaijani]
6. Lozovoy, I. I. (1939). *Tipovye zadachi* [Standard problems].
7. Statkevich, V. V. (1990). *O nachalnom obuchenii resheniyu zadach* [On the primary teaching of problem solving].

ЗАВДАННЯ УЩІЛЬНЕНОГО ХАРАКТЕРУ ЯК ЗАСІБ СТИМУЛЮВАННЯ НАВЧАЛЬНО-ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ ПОЧАТКОВИХ КЛАСІВ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ

Білецька Любов Степанівна,

кандидат фізико-математичних наук, доцент,
Дрогобицький державний педагогічний університет
імені Івана Франка, Україна

Сугонякіна Марія Анатоліївна,

студентка 2 курсу магістратури,
Дрогобицький державний педагогічний університет
імені Івана Франка, Україна

Процес широкого оновлення в галузі освіти є складним, суперечливим і багатовекторним, бо він пов'язаний із пошуком та ефективним застосуванням нових підходів до провадження освітнього процесу. Ці завдання першочергово постають перед вчителями-практиками, а їх головна мета полягає у створенні сприятливого та емоційно позитивного середовища для здійснення навчання, виховання та розвитку кожної дитини, розкриття її природних здібностей і потенційних творчих можливостей [1, 3].

Багатогранність змісту освіти, різноманітність методів та прийомів роботи вчителя, які базуються на дидактичних принципах і новітніх методиках навчання, дають можливість забезпечувати різноманіття видів діяльності учнів на уроках, дозволяють вчителю чітко визначати навчальні досягнення кожної дитини. Партнерські стосунки між вчителем та учнями на уроках, атмосфера захоплення дітей навчанням та пізнанням нового дозволяють кожному учневі реалізувати себе в навчально-пізнавальній діяльності відповідно до своїх вікових та індивідуальних можливостей.

Навчання має бути організоване так, щоб досягти за мінімальний час максимальних результатів. Воно має бути попереду розвитку дитини та максимально використовувати усі наявні передумови здійснення освітнього процесу. Відомо, що ефективний урок математики відповідно до Концепції НУШ передбачає забезпечення всебічного розвитку особистості шляхом навчання та виховання, який ґрунтується на загальнолюдських цінностях та принципах науковості, систематичності, доступності, системності навчання [2].

У зв'язку з цим серед сучасних наукових підходів система активізації навчально-пізнавальної, розумової, творчої, мисленнєвої діяльності молодших школярів займає одне з чільних місць у дослідженнях проблем теорії та практики початкової школи. Це пояснюється тим, що освітній процес повинен не тільки забезпечувати оптимальний розвиток дитини, її мотиваційних, когнітивних,

емоційно-вольових, моральних дій, але й проєктувати їх взаємодію та взаємне підсилення в умовах організації навчально-пізнавальної та пошуково-творчої діяльності кожного учня.

У полі зору науковців та вчителів є відшукування ефективних шляхів розвитку учнів під час навчання, досягнення поставлених навчальних, виховних та розвивальних цілей, урахування індивідуальних вікових особливостей молодших школярів (творчого, критичного та логічного мислення, інтелекту, пам'яті, уяви, уваги, сприймання, мовлення), стимулювання творчості, самостійності, активності у навчально-пізнавальній діяльності учнів. Це обґрунтовує **актуальність** обраної теми дослідження.

У праці Басангової Р. [3] вказано, що **стимулювання навчально-пізнавальної діяльності** учнів є процесом цілеспрямованого впливу, який покликаний пробудити їхнє бажання вчитися. Це цілий комплекс методів та інструментів, який перетворює пасивне сприйняття учнями навчальної інформації на активну та самостійну навчально-пізнавальну діяльність.

Сучасні науково-практичні дослідження актуальних проблем початкової освіти направлені на пошук ефективних методів, прийомів та засобів стимулювання математичної компетентності учнів з метою засвоєння знань та формування умінь і навичок учнів, предметних розумових дій та стійкої потреби у подальшому пізнанні нового [4, 22].

Будь-яка діяльність передбачає наявність компонента мотивації. Це стосується навчальної діяльності, яка буде успішною за умови наявності в учнів позитивного ставлення учня до навчання, навчально-пізнавального інтересу, потреби у здобуванні нових знань, почуття обов'язку й відповідальності.

У психології поняття про мотив означає конкретне спонування, причину, що вимагає дії, вчинків, тому мотиви учіння визначають як ставлення учня до предмета діяльності, спрямованість на цю діяльність. Мотивація діяльності тісно пов'язана з її стимулюванням як процесом спонування до дії.

Залежно від ставлення до навчальної діяльності, її змісту відомою є класифікація (поділ) мотивів учіння на внутрішні мотиви (які пов'язані зі змістом навчальної діяльності та її процесом (пізнавальний інтерес, потреба в інтелектуальній активності, прагнення досягти кращого результату тощо); зовнішні мотиви, які характеризують взаємодію особистості із зовнішнім середовищем (вимоги, описання, вказівки тощо).

Для формування мотивів навчально-пізнавальної діяльності використовують весь арсенал методів навчання: словесні, наочні і практичні, репродуктивні і пошукові, індуктивні і дедуктивні тощо. Кожен із цих методів, окрім інформаційно-навчального, здійснює також мотиваційний вплив. Проте існують специфічні методи стимулювання і мотивації, спрямовані на формування позитивних мотивів учіння, стимулювання навчально-пізнавальної активності і водночас сприяння збагаченню учнів навчальною інформацією. Вони передбачають єдність діяльності учителя й учнів шляхом використання вчителем стимулів та формування мотивів в учнів [5, 24].

На думку Савченко О. [6], основним джерелом стимулювання навчальної діяльності учнів є її зміст. Щоб підсилити стимулювальний вплив змісту, необхідно чітко дотримуватися вимог принципів науковості, систематичності та послідовності, зв'язку навчання з життям і практикою. Варто використовувати прийоми створення ситуації новизни, актуальності, наближення змісту до важливих наукових відкриттів тощо.

Стимулювання навчально-пізнавальної діяльності учнів можна досягти за допомогою пізнавальних стимулів:

- ☐ використання методів проблемного навчання з метою створення проблемних навчальних ситуацій та залучення учнів до пошукової діяльності,
- ☐ застосування методів проєктного навчання та розвивальних дидактичних ігор з метою використання сформованих знань учнів,
- ☐ використання різноманітного дидактичного матеріалу (вправ, завдань та задач) з метою організації розумової та пошукової діяльності учнів.

Відповідно до класифікації мотивів добирають і широко застосовують на практиці методи стимулювання навчальної діяльності [7]: методи формування пізнавального інтересу; методи формування почуття обов'язку та відповідальності у навчанні. Важливою передумовою успішного навчання та розвитку молодших школярів є зацікавленість і пізнавальний інтерес. Відомо, що основним шляхом підвищення ефективності освітнього процесу є взаємодія процесів розвитку мислення дитини та формування у неї відповідних знань, умінь та навичок.

Домінуючим методом навчання молодших школярів є **практичний метод**. Він дає змогу дітям глибше усвідомити навчальний матеріал. Навчання молодших школярів має бути не лише цікавим, радісним, але водночас воно повинно забезпечувати глибоке засвоєння навчального матеріалу. Завдання вчителя початкових класів не лише навчити, а й пробудити в дітей пізнавальний інтерес, викликати емоційне задоволення, радість від отриманих знань і до самого процесу їх засвоєння. Потрібно формувати у дітей уміння вчитися, опрацьовувати різний матеріал, прищеплювати навички самостійної роботи, формувати практичні вміння та навички, які необхідні в житті. Учні повинні засвоїти не тільки математичні знання, але й оволодіти прийомами і методами розв'язування завдань, набути практичні вміння, користуватися вимірними, обчислювальними, креслярськими, технічними приладами, самостійно працювати і вдосконалюватися.

Ефективності процесу учіння сприяють такі види діяльності вчителя:

- ☐ оцінювання умов, спрямованих на формування основних понять;
- ☐ аналіз розумових дій і операцій, які виконувались учнями;
- ☐ співвіднесення методів роботи зі змістом навчального матеріалу та інтелектуальними можливостями учнів;
- ☐ характеристика якостей розумової діяльності учнів, які виявлялися на уроці і які мають в них розвиватись;
- ☐ виділення суттєвого в навчальному матеріалі, узагальнення матеріалу;

□ контроль за власним мовленням учнів (змістовність, словниковий склад мовлення, чіткість формулювань, їх виразність, образність, синтаксична структура речень тощо);

□ створення умов для розвитку їх репродуктивної та творчої уяви;

□ контроль за емоційним станом дітей на уроці та створення ситуацій для формування вольових якостей особистості;

□ управління спілкуванням учнів на уроці та виховання в них дисциплінованості, організованості та діловитості.

Початковий курс математики має як навчально-практичне, так і розвивально-виховне значення. Дослідження науковців (Андрієвський Б., Басангова Р., Гринчак В., Костюк Т., Савченко І., Мироновська Л. та ін.), а також практичний досвід учителів засвідчують, що розв'язування з учнями різноманітних за змістом та формою завдань підвищує ефективність вивчення математики у початковій школі.

На думку науковців (Богданович М., Козак М., Король Я., Дюдін М., Горобченко М., Корчевська О., Марченко Л., Сокіл І. та ін.) ефективним дидактичним засобом на уроках математики у початкових класах є завдання ущільненого характеру, розв'язування яких передбачає знання та використання учнями різних сформованих знань та вмінь, а це сприяє розвитку навчально-пізнавального інтересу учнів, опануванню ними різними прийомами мислення, формуванню умінь спостерігати і порівнювати, виконувати такі розумові дії, як аналіз, синтез, узагальнення, абстрагування, конкретизація, чітко висловлювати свої судження та міркування.

Дослідником Богдановичем М. визначено суть поняття про **ущільнені (комплексні) завдання** як такі, які забезпечують доволі великий обсяг роботи і дають змогу за допомогою певної наочності чи спеціального добору прикладів швидко організувати навчальну діяльність дітей, лаконічно сформулювати умову; залучити до відповідей багато учнів, підтримувати швидкий темп роботи; сприяти посиленню розумового навантаження школярів [8, 120].

Такі вправи варто використовувати на різних етапах уроку математики, зокрема, під час проведення етапу усного рахунку [9], етапу усної лічби [10], закріплення та узагальнення знань тощо.

Прикладами завдань ущільненого характеру, які розглядають на цих етапах уроків математики у початкових класах, є:

1. Завдання на використання прийому доповнення:

Кожне з чисел 5, 8, 20, 23, 37, 40 доповніть до 85.

2. Завдання на використання прийому постановки завдань одного виду:

Кожне з чисел 37, 30, 7, 14, 28, 55 збільште на 46.

До числа 12 додавайте послідовно число 5, поки не отримаєте число 67.

Від числа 100 віднімайте послідовно число 15, поки це буде можливим.

3. Обчислення ланцюжком.

Обчислення ланцюжком вчителі проводять в усній формі, називаючи числа і дії. Наприклад, до числа 6 додати 4, відняти 3, відняти 2. Оскільки значна частина

дітей класу губить інформацію про числа, то краще застосовувати зорово-слухову форму, спираючись на відповідні записи:

$$\begin{array}{r} 320 + 40 \\ : 4 \\ - 20 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 300 + 200 \\ \cdot 2 \\ - 400 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 640 - 120 \\ + 80 \\ : 3 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 240 + 320 \\ : 8 \\ : 5 \end{array}$$

Перший стовпчик читають так: 320 плюс 40, поділити на 4, мінус 20.

Ланцюжки можна пропонувати у формі звичайних виразів:

$$(320 + 40) : 4 - 20; \quad (300 + 200) \cdot 2 - 400.$$

4. Обчислювальні таблиці.

У таких таблицях римськими цифрами нумерують стовпчики, а великими буквами — рядки. Це дає змогу чітко визначити компоненти дій. Відповіді учні записують або повідомляють усно.

	I	II	III	IV	V
A	I	I	I	I	I
Б	I	I	I	I	I
В	I	I	I	I	I
Г	I	I	I	I	I

Зразки завдань за цією таблицею:

- додайте числа I і II стовпчиків;
- перемножте числа I і III стовпчиків;
- від чисел IV стовпчика відніміть числа I стовпчика;
- числа III стовпчика помножте на 7.

Аналогічно виконують завдання з числами, розміщеними в рядках. Якщо дію виконати не можна (на даному етапі навчання), то учні мають про це сказати самі. Наприклад: від числа 1 не можна відняти 7, бо $1 < 7$.

5. Структурні записи.

За кожним записом скласти й усно розв'язати 12 прикладів на дві дії.

32
40
48
64

:

4

.

3
6
5

12
24
36

+

24

:

2
3
4
6

6. Постановка комплексних завдань на основі вибірки.

Комплексні завдання часто поєднують усні обчислення з деякими письмовими записами.

- Знайдіть і запишіть ті приклади, відповіді до яких дорівнюють числам 9, 17, 20, 31.

25 - 0	81 + 9	18 - 9	40 - 25
17 - 9	16 + 4	42 + 6	35 - 34
29 - 3	16 - 8	12 + 5	66 + 6

2. Прочитайте вирази, числове значення яких більше від 25.

40 - 13	51 - 31	25 + 3	44 - 2
13 + 13	32 - 16	43 - 7	60 - 3
28 - 20	16 + 9	14 - 7	25 + 0

3. Обчисліть значення тих виразів, які є різницями.

3 + 8	(13 - 8) + 4	43 - (25 + 4) + 42 : 6
93 - 6	48 + (16 - 9)	(55 + 24) - 83 • 8

4. Усно розв'яжіть ті рівняння, в яких невідомим є дільник.

$$34 - x = 7 \quad 16 : x = 8 \quad x - 7 = 17 \quad x : 4 = 16 \quad x - 3 = 9 \quad 36 : x = 4$$

5. Знайдіть помилки у прикладах.

65 + 30 = 68	49 - 7 = 42	70 - 7 = 63	30 + 7 = 100
37 + 3 = 40	67 - 40 = 27	86 + 3 = 83	24 + 6 = 20
67 - 20 = 65	80 - 4 = 86	88 - 7 = 81	60 - 5 = 55

6. Поясніть, як правильно обчислити значення виразу 67 — 20.

Цікавими формами дидактичних засобів ущільненого характеру є:

1. Кругові приклади. Їх складають так, щоб перший компонент кожного наступного був результатом попереднього. Результат останнього прикладу дорівнює першому компоненту першого прикладу. Приклади можуть бути як на одну, так і на дві дії.

40 - 13	62 - 22	13 + 65	90 - 60	1 + 61	27 - 14	78 + 12	30 - 29
54 - 54 : 9	72 : 9 • 8	64 - 2 - 5	44 + 9 - 4	80 - 40 : 5	48 - 32		

: 8

2. Цікаві квадрати. Заповнення цікавих квадратів не дуже легка справа для усних обчислень, але в шкільній практиці вони використовуються. Тому треба вміти добирати числа, щоб вони утворювали цікавий квадрат. Для цього беруть 9 членів арифметичної прогресії, наприклад, 5, 8, 11, 14, 17, 20, 23, 26, 29. Три середні члени записують по діагоналі квадрата (у нашому прикладі 14, 17, 20), біля найбільшого з них (20) записують найменше число прогресії (5). Це — основа цікавого квадрата. Далі числа квадрата визначають обчисленням: 14 + 17 + 20 = 51 (сума чисел стовпців чи рядків квадрата); 5 + 20 = 25, 51 — 25 = 26. У нижній порожній клітинці треба записати число 26. Наступним обчисленням можна знайти ліве число середнього ряду і т.д. Числа квадрата, що становлять його основу, записує вчитель, а доповнюють учні. Гру краще організувати у вигляді командних завдань між рядами парт.

3. Дидактичні ігри. Учителі практикують на уроках математики різні ігри «Арифметичне лото», «Задумані числа», «Кращий обчислювач», «Естафета», «У кожного своє число», які подані у навчально-методичній літературі.

4. Завдання з термінологічним спрямуванням. Учні засвоюють математичну термінологію шляхом наслідування мовлення вчителя та в процесі виконання відповідних вправ. Навчальна ефективність таких вправ значно посилюється, якщо їх виконувати з опорою на записи термінів, що вивчаються,

на дошці чи на окремих аркушах. Це забезпечує правильне співвіднесення термінів і відповідних математичних понять, дає змогу учням не тільки сприймати терміни на слух, а й самостійно читати їх. Наведемо зразки вправ.

1. Прочитайте завдання і виконайте потрібні обчислення. Відповіді повідомляйте усно.

Зменшити 32 на 7; 2; 9. Збільшити 8 на 8; 32; 69. На скільки 9 менше від 99; 81; 70? Знайти різницю чисел 85 і 7.

Як дізнатися, на скільки одне число менше від іншого? (Навчальний момент).

2. Знайдіть результат дії над кожною парою поданих чисел.

Числа	Що знайти
24 і 8	різницю
24 і 8	частку
24 і 8	суму
6 і 3	добуток

3. Прочитайте приклади по-різному, використовуючи зазначені слова.

$13 - 6 = 7$	$3 \cdot 7 = 21$	$42 : 6 = 7$	$9 + 7 = 16$
відняти різниця на ... більше на ... менше зменшити на	помножити добуток множники збільшити у разів взяти ... разів	поділити частка ділене, дільник поділити зменшити у ... разів	додати сума на ... менше на ... більше збільшити на ...

4. Обчисліть вирази, в яких від'ємник дорівнює 8.

$$\begin{array}{cccccc} 8+12 & 63-8 & 43+8 & 42-(3+5) & 60-(8+1) \\ 12-8 & 8-5 & 50-8 & (65-8)+4 & 60-(14-6) \end{array}$$

5. Вправи на закріплення усної і письмової нумерації:

Назвіть числа, які можна утворити з двох десятків і одноцифрових чисел.

Назвіть числа другого десятка, четвертого десятка.

Запишіть усі числа сьомого десятка.

Назвіть сусідів кожного круглого числа першої сотні.

5. Вправи на засвоєння питань теорії арифметичних дій. Чимало із завдань для усних обчислень можна і треба підпорядковувати засвоєнню властивостей арифметичних дій, зв'язку між результатами і компонентами арифметичних дій, прийомів послідовного множення і ділення та округлення при додаванні і відніманні.

1. Знайдіть добутки, використовуючи переставляння множників.

$$25 - 3 - 4 \qquad 7 - 5 - 2 \qquad 82 - 14 - 50$$

2. Знайдіть частки, застосовуючи спосіб послідовного ділення.

$$80 : 16 \qquad 256 : 8 \qquad 120 : 15$$

3. Знайдіть суму, округлюючи один з доданків.

$$273 + 198 \qquad 588 + 340 \qquad 399 + 176$$

4. Знайдіть різницю, округлюючи зменшуване або від'ємник.

$$597 - 140$$

$$383 - 196$$

$$647 - 289$$

5. Розв'яжіть рівняння на знаходження від'ємника і діленого.

$$x - 5 = 25$$

$$17 - x = 8$$

$$x + 4 = 12$$

$$44 - x = 20$$

$$x : 5 = 20$$

$$20 : x = 4$$

$$x - 4 = 12$$

$$42 + x = 96$$

Під активізацією навчально-пізнавальної та розумової діяльності учнів розуміють таку організацію процесу засвоєння знань, в результаті якої учні в основному на уроці оволодівають знаннями, способами дій, спеціально значущою ціннісною орієнтацією в навколишній дійсності, вчаться застосовувати здобуті знання на практиці, розвиваються багатопланово у процесі вивчення нового матеріалу та закріплення сформованих умінь і навичок, що цілісно розвиває мислення, пам'ять, увагу та уяву учня. Усі зазначені аспекти діяльності учня на уроці мають перебувати у постійній взаємодії та взаємозв'язку, а це забезпечується комплексним підходом до створення на уроці навчальних ситуацій з використанням завдань ущільненого характеру.

Розв'язування зазначених завдань відбувається в часі й здійснюється відповідно до етапів, що входять у процес навчання: постановка учителем навчально-пізнавальної мети та організація її сприйняття учнем; організація діяльності учнів, спрямованої на осмислення навчальної інформації; закріплення інформації та поглиблення її осмислення з наступним запам'ятовуванням; перевірка знань учнів.

Для того, щоб молодший школяр був активним, зацікавленим в процесі учіння, необхідно: забезпечити йому широкі можливості для прояву самостійності в навчальній діяльності; ознайомити його з ефективними методами і прийомами самостійної роботи; пробудити в нього прагнення до самостійності, тобто зробити для нього самого життєво необхідним його самостійний творчий підхід до розв'язання тих чи інших навчальних завдань.

Комплексним підходом до розробки та створення навчальних ситуацій на уроці передбачається диференціація навчальних завдань [11], керування процесом опанування учнями певним обсягом знань, організації їхньої самостійної мисленнєвої діяльності відповідно до рівня їх навчальних досягнень.

Звичайно, це не означає, що на кожному уроці мають виявлятися усі аспекти діяльності учнів. Йдеться про те, що коли на одному уроці навчальні ситуації спрямовувались на оволодіння певними знаннями, то на наступному уроці слід передбачити ситуації, які б стимулювали дослідницький пошук учнів чи сприяли організації їхньої самостійної навчально-пізнавальної діяльності.

Закладені можливості в змісті та методах навчання успішно реалізуються лише за умови правильного педагогічного керівництва. Тому важливо, щоб вчитель не лише добре знав особливості психології учнів, закономірності їхнього розвитку в процесі навчання, але й правильно застосовував ці знання в освітньому процесі, використовувач їх для отримання поставленої мети активізації розумової та навчально-пізнавальної діяльності учнів у процесі формування в учнів предметних компетентностей.

Отже, сучасна освітня політика України покликана розв'язувати актуальні проблеми та передбачає ґрунтовне оновлення змісту шкільної освіти, підвищення якості застосування в освітньому процесі різноманітних інноваційних технологій, організаційних форм навчання, добору засобів навчання та ефективного використання методик і прийомів навчальної роботи з учнями. Особливої ваги набуває потреба стимулювання та активізації навчально-пізнавальної діяльності учнів під час провадження освітнього процесу з математики в початковій школі різними способами. Одним з них є використання завдань ущільненого характеру.

Список літератури

1. Андрієвський Б. Педагогічні аспекти сучасної початкової школи. *Початкова освіта*. 2017. № 4. С. 3-4.
2. Логачевська С. Особливості уроку математики Нової української школи. *Початкова школа*. 2018. № 4. С. 8-11.
3. Басангова Р. Стимулювання пізнавальної діяльності учнів в ході розв'язування сюжетних задач. *Початкова школа*. 2009. № 1. С. 40-44.
4. Гринчак В. Формування математичної компетентності в учнів початкових класів засобами діяльнісного підходу. *Початкова школа*. 2019. № 12. С. 22–23.
5. Нікітенко І. Розвиток пізнавальної діяльності школярів на уроках математики. *Початкова школа*. 2012. № 12. С. 23-26.
6. Савченко О.Я. Стимулювання навчальної діяльності молодших школярів. *Початкова школа*. 1996. № 4. С. 10-12.
7. Білецька Л.С., Лопатій А.М. Стимулювання навчальної діяльності учнів початкової школи на уроках математики. *Innovative trends in science, practice and education*. 2022. Munich, Germany. P. 311-316. DOI:10.46299/ISG.2022.I.VII
8. Богданович М., Козак М., Король Я. Методика викладання математики у початкових класах: навч. посібник. Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2016. 368 с.
9. Білецька Л.С., Борович Л.Б. Використання різних видів вправ під час проведення етапу усного рахунку на уроках математики у початкових класах. *Prospects for the introduction of modern new ideas into science*. 2025. Sofia, Bulgaria. P. 185-191. DOI: 10.46299/ISG.2025.1.25
10. Білецька Л.С., Мартинів М.Т. Усна лічба як важливий етап сучасного уроку математики у початковій школі. *Trends of modern science and practice*. 2022. Ankara, Turkey. P. 329-333. DOI: DOI 10.46299/ISG.2022.I.V
11. Білецька Л.С., Бурлюк Л.В. Проблема диференціації процесу навчання учнів початкових класів. *Trends and perspectives of the development of science and education in globalization*. 2024. Valencia, Spain. P. 176-181. DOI:10.46299/ISG.2024.1.28

ІНФОРМАТИКА ЯК ІНСТРУМЕНТ ПОГЛИБЛЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ УЧНІВ У СТАРШІЙ ШКОЛІ

Житарюк Іван Васильович,

кандидат фізико-математичних наук,
професор катедри алгебри та інформатики,
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Шевчук Наталія Михайлівна,

кандидатка фізико-математичних наук,
доцентка катедри алгебри та інформатики,
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Сучасна математична освіта дедалі більше виходить за межі традиційного засвоєння формул, алгоритмів і способів розв'язування типових задач. Від сучасного випускника очікується здатність застосовувати математичні знання для аналізу реальних ситуацій, працювати з даними, будувати моделі, оцінювати отримані результати та використовувати цифрові інструменти для дослідження складних проблем. У цьому контексті інформатика може розглядатися не лише як окремий навчальний предмет, а і як потужний інструмент поглиблення математичної підготовки.

Взаємозв'язок математики та інформатики зумовлений спільністю багатьох способів діяльності. Абстрагування, декомпозиція, алгоритмізація, пошук закономірностей, узагальнення, моделювання та перевірка результатів є важливими як для математичного, так і для обчислювального мислення. У межах PISA 2022 OECD спеціально підкреслює перетин математичного й обчислювального мислення та зазначає, що абстракція, алгоритмічне мислення, автоматизація, декомпозиція й узагальнення є значущими для математичного міркування та розв'язування проблем [1].

Актуальність такого підходу посилюється і змінами в українській профільній школі. Міністерство освіти і науки України вже передбачає модельні навчальні програми для 10-12 класів, серед яких є програми з математики та інформатики поглибленого рівня, а також математичні курси за вибором, пов'язані зі штучним інтелектом, математичною логікою, теорією графів, теорією чисел та іншими напрямками [2].

Тому виникає потреба в пошуку таких форм і методів навчання, за яких інформатика не дублюватиме математичний зміст, а створюватиме нові можливості для його дослідження, практичного застосування та поглиблення.

Інформатика і математичне мислення. Одним із ключових понять, що поєднує дві освітні галузі, є обчислювальне мислення (computational thinking). Дж. Вінг розглядає його як універсальний спосіб мислення, пов'язаний із

використанням абстракції, декомпозиції, алгоритмічних підходів та можливостей обчислювальних систем для розв'язування різноманітних проблем [3].

Для математичної освіти це має принципове значення. *Наприклад*, під час розв'язування складної задачі учень може:

- ☐ виділити основні величини та зв'язки між ними;
- ☐ розкласти складну проблему на простіші підзадачі;
- ☐ сформулювати послідовність дій;
- ☐ представити математичну модель у вигляді алгоритму;
- ☐ реалізувати алгоритм за допомогою програмного коду;
- ☐ перевірити результат на різних наборах даних;
- ☐ проаналізувати межі застосовності отриманої моделі.

Отже, програмування стає не самоціллю, а способом *математичного дослідження*.

Д. Вайнтроп та співавтори запропонували розглядати обчислювальне мислення в математичній і природничій освіті через чотири групи практик: роботу з даними, моделювання та симуляцію, обчислювальне розв'язування задач і системне мислення [4]. Така класифікація може бути використана як методична основа для інтеграції інформатики й математики у старших класах.

Основні напрями використання інформатики для поглиблення математики. *Першим напрямом є алгоритмізація математичних задач.* Учням можна пропонувати не лише знайти розв'язок конкретної задачі, а й сформулювати універсальний алгоритм її розв'язування. Наприклад, під час вивчення квадратних рівнянь учень може створити програму, яка за заданими коефіцієнтами визначає кількість і значення коренів. Така діяльність змушує школяра чітко визначити умови задачі, розглянути різні випадки та передбачити можливі помилки.

Другим напрямом є комп'ютерне моделювання. Воно особливо ефективно під час вивчення функцій, похідної, інтеграла, послідовностей, теорії ймовірностей, статистики, геометрії та диференціальних моделей. Наприклад, замість статичного розгляду графіка функції учні можуть досліджувати його поведінку при зміні параметрів. Це сприяє переходу від механічного запам'ятовування властивостей до розуміння залежностей між математичними об'єктами.

Третім напрямом є візуалізація математичних понять. Динамічні графіки, інтерактивні моделі та комп'ютерні експерименти дають змогу побачити те, що складно продемонструвати традиційними засобами. Наприклад, під час дослідження похідної можна візуально простежити зміну нахилу дотичної, а під час вивчення статистики – дослідити, як зміна окремих даних впливає на середнє арифметичне, медіану чи дисперсію.

Четвертим напрямом є робота з великими масивами даних. Табличні процесори та спеціалізовані програмні засоби дають можливість організовувати, сортувати, фільтрувати та аналізувати дані. Це створює природний контекст для вивчення статистики, теорії ймовірностей, відсоткових розрахунків, кореляційних залежностей.

П'ятим напрямом є програмування як засіб математичного дослідження. У такому випадку учень не просто вивчає синтаксис певної мови програмування, а використовує програмний код для перевірки математичних гіпотез, пошуку закономірностей та експериментування. Наприклад, можна запропонувати написати програму для генерації членів числової послідовності, а потім дослідити її властивості та сформулювати припущення.

Дослідження в галузі математичної освіти підтверджують перспективність такого підходу. Зокрема, у проєкті ScratchMaths програмування розглядалося як середовище, у якому учні можуть виражати й досліджувати математичні ідеї; дослідники наголошують на важливості спеціально спроектованих навчальних завдань, педагогіки та цифрових інструментів [5; 6].

Практична модель інтеграції інформатики та математики. Ефективним може бути підхід, за якого математична задача проходить кілька етапів.

Перший етап – *математична постановка проблеми.* Учні аналізують умову, визначають відомі та невідомі величини, встановлюють зв'язки між ними.

Другий етап – *побудова математичної моделі.* Реальна або навчальна ситуація описується формулою, рівнянням, системою рівнянь, функцією, графом, таблицею чи статистичною моделлю.

Третій етап – *алгоритмізація.* Учні визначають послідовність операцій, необхідних для отримання результату.

Четвертий етап – *комп'ютерна реалізація.* Алгоритм реалізується за допомогою програмування, електронних таблиць, математичного процесора або іншого цифрового інструменту.

П'ятий етап – *експеримент і перевірка.* Учні змінюють початкові параметри, аналізують результати, порівнюють їх із теоретичними припущеннями.

Шостий етап – *математична інтерпретація.* Найважливішим є не сам отриманий комп'ютером результат, а його пояснення: що він означає, чому отримано саме таке значення, чи відповідає воно умові задачі та чи можна поширити висновок на інші випадки.

Наприклад, під час вивчення квадратичної функції можна запропонувати учням створити динамічну модель, у якій параметри a , b , c змінюються програмно. Учень спостерігає, як змінюється положення графіка, його напрям, вершина та точки перетину з осями. Після цього цифровий експеримент переходить у математичне узагальнення: учні самостійно формулюють залежності між параметрами функції та її властивостями.

Подібний підхід можна застосовувати і до задач з параметрами, комбінаторики, теорії ймовірностей, математичної статистики, геометрії та теорії графів.

Значення цифрових інструментів для профільної школи. Особливого значення інтеграція інформатики й математики набуває у профільній старшій школі, де учень має можливість обирати освітню траєкторію відповідно до майбутньої професійної діяльності.

Українські модельні програми профільної школи вже демонструють тенденцію до такого взаємопроникнення. Серед запропонованих МОН курсів є, зокрема, «Математичні секрети штучного інтелекту», «Математична логіка та її застосування», «Теорія графів та її застосування», «Теорія чисел та її застосування», а також програми з інформатики поглибленого рівня [2].

Це відкриває можливості для реалізації STEM-орієнтованого навчання, у якому математика та інформатика виступають взаємопов'язаними компонентами. Учень може не лише вивчати математичну теорію, а й бачити її застосування у програмуванні, аналізі даних, штучному інтелекті, комп'ютерному моделюванні, криптографії та інших сучасних сферах.

Водночас важливо уникати ситуації, коли цифровий інструмент просто замінює традиційний спосіб виконання математичних операцій. Використання комп'ютера саме по собі не гарантує поглиблення знань. Якщо програма автоматично будує графік, а учень лише спостерігає за ним, освітній ефект може бути обмеженим. Значно продуктивнішою є постановка проблемного завдання: *передбачити результат, побудувати модель, перевірити гіпотезу, пояснити розбіжність між очікуваним і отриманим результатом, сформулювати закономірність*.

Отже, цифрові технології мають виконувати роль не «калькулятора», а *інструменту математичного дослідження*.

Методичні умови ефективного використання інформатики. Для того щоб інформатика справді сприяла поглибленню математичної підготовки, доцільно дотримуватися кількох методичних принципів.

По-перше, цифровий інструмент має відповідати конкретній навчальній меті. Учитель спочатку визначає математичний результат, якого необхідно досягти, а вже потім обирає програмне середовище.

По-друге, необхідно забезпечувати баланс між ручним, теоретичним і комп'ютерним розв'язуванням. Учень повинен розуміти математичний алгоритм, навіть якщо надалі він автоматизується.

По-третє, бажано використовувати завдання дослідницького характеру: «Що станеться, якщо...?», «Чи завжди виконується ця закономірність?», «Як зміниться результат при зміні параметра?», «Побудуйте модель та перевірте гіпотезу».

По-четверте, необхідно формувати вміння критично оцінювати результати комп'ютерних обчислень. Комп'ютерний результат не повинен сприйматися як безумовно правильний. Учень має перевіряти область допустимих значень, точність наближених обчислень, відповідність результату умові та математичний зміст отриманих даних.

По-п'яте, доцільно використовувати проєктну діяльність. Наприклад, старшокласники можуть створювати моделі руху, досліджувати статистику реальних даних, моделювати фінансові процеси, аналізувати графові структури або досліджувати алгоритми оптимізації.

Висновки. Отже, інформатика може стати важливим інструментом поглиблення математичної підготовки учнів старшої школи. Її освітній

потенціал полягає не тільки в автоматизації обчислень, а насамперед у створенні середовища для математичного експерименту, моделювання, алгоритмізації, роботи з даними та перевірки гіпотез.

Поєднання математичного й обчислювального мислення сприяє розвитку здатності учнів аналізувати проблеми, здійснювати декомпозицію складних завдань, будувати алгоритми, створювати моделі та інтерпретувати результати. Саме тому інтеграція інформатики та математики відповідає сучасному компетентнісному спрямуванню освіти.

Для старшої профільної школи перспективним є перехід від епізодичного використання цифрових засобів до системної організації *математичного дослідження за допомогою цифрових технологій*. У такій моделі інформатика не конкурує з математикою за навчальний час, а розширює можливості її вивчення, робить абстрактні поняття доступнішими для дослідження та демонструє практичну цінність математичних знань.

Таким чином, формування математично компетентного випускника доцільно розглядати у взаємозв'язку з розвитком його цифрової та обчислювальної грамотності. Це особливо важливо в умовах розвитку штучного інтелекту, аналізу даних, цифрового моделювання та інших технологічних напрямів, де математичні й інформатичні способи мислення фактично функціонують як єдина система.

Список літератури

1. OECD. PISA 2022 Assessment and Analytical Framework: Mathematics, Reading, Science and Financial Literacy. Paris: OECD Publishing, 2023. 291 p. URL: https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2022-assessment-and-analytical-framework_dfe0bf9c-en.html (дата звернення: 28.08.2026)
2. Міністерство освіти і науки України. Модельні навчальні програми для 10–12 класів Нової української школи. Профільна школа. Київ, 2026. URL: <https://mon.gov.ua/osvita-2/zagalna-serednya-osvita/osvitni-programi/modelni-navchalni-prohramy-dlia-10-12-klasiv-novoi-ukrainskoi-shkoly-profilna-shkola-z-2027-roku> (дата звернення: 28.08.2026)
3. Wing J. M. Computational Thinking. Communications of the ACM. 2006. Vol. 49, No. 3. P. 33–35. DOI: <https://doi.org/10.1145/1118215>.
4. Weintrop D., Beheshti E., Horn M. et al. Defining Computational Thinking for Mathematics and Science Classrooms. Journal of Science Education and Technology. 2016. Vol. 25. P. 127–147. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9581-5>.
5. Benton L., Hoyles C., Kalas I., Noss R. Bridging Primary Programming and Mathematics: Some Findings of Design Research in England. Digital Experiences in Mathematics Education. 2017. Vol. 3 P. 115–138. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40751-017-0028-x>.
6. Benton L., Saunders P., Kalas I., Hoyles C., Noss R. Designing for Learning Mathematics Through Programming: A Case Study of Pupils Engaging with Place Value. International Journal of Child-Computer Interaction. 2018. Vol. 16. P. 68–76. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2017.12.004>.

7. Orton K., Weintrop D., Beheshti E., Horn M., Jona K., Wilensky U. Bringing Computational Thinking Into High School Mathematics and Science Classrooms. In: Proceedings of the International Conference of the Learning Sciences (ICLS 2016). 2016. P. 705–712. DOI: <https://doi.org/10.22318/icls2016.91>.

8. Міністерство освіти і науки України. Інформатика. Навчальна програма для 10–11 класів. Київ, 2018. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/inf-ak.pdf> (дата звернення: 28.08.2026).

MAKING THE CASE FOR CLASSROOM TALK

Казачінер Олена Семенівна,

доктор педагогічних наук, професор,
професор кафедри корекційної психопедагогіки та здоров'я людини
Харківського національного педагогічного університету імені Г.С. Сковороди

Бойчук Юрій Дмитрович,

доктор педагогічних наук, професор,
дійсний член (академік) НАПН України,
професор кафедри спеціальної педагогіки, ректор
Харківського національного педагогічного університету імені Г.С. Сковороди

Галій Алла Іванівна,

кандидат біологічних наук, доцент,
доцент кафедри корекційної психопедагогіки та здоров'я людини
Харківського національного педагогічного університету імені Г.С. Сковороди

Almost five decades ago, when researching spoken language in classrooms was in its infancy, Connie and Harold Rosen disagreed: "We could say that children's capacity to talk is there so that all we have to do is draw upon it appropriately just as we do their capacity to walk or to see. We could say that, but we don't". Since then, many others have come to the same conclusion as the Rosens. If classroom talk is to be purposeful and productive, it is worthy of specific attention as a focus of learning in its own right. Indeed, talk has been investigated extensively and many of the outcomes will appear in the weeks to follow.

This research is an attempt to help teachers consider some of the issues around talk in the context of their own classrooms, chiefly through that most precious and powerful of opportunities: Gaining an insight into other teachers' practices in a diverse range of schools. In doing so, this paper sets out to address three important questions:

1. What practices have schools found to be successful for promoting and using high-quality classroom talk?
2. What can be learnt from the decision making, experiences and processes relating to classroom talk at these schools?
3. How do these practices relate to what is known of the evidence-informed principles underlying classroom talk?

Different aspects of organizing effective communication in the classroom were analysed by such authors as: K. K. Budiyo, E. Harapan, M. B. Purwanto, S. T. I. A. B. Smaratunga [1], A. B. Frymier [2], W. A. Hajjaj, A. Munip [3], V. P. Richmond [4], L. Rusmin, S. Joko [5], M. Y. Syukri, E. Widyasari, D. Fuadi [6] and others.

With a focus on spoken language, this extract can be explored from a number of perspectives by asking three preliminary questions.

1. *Why are students talking?* This is talk with a clear purpose, as students use evidence from a text to make inferences about characters. Discussing the text allows for an initial oral rehearsal of ideas, free from the constraints of formal written recording. However, this is not merely the rehearsal of ‘correct’ answers or the sharing of unconnected, individual views. The structure of this lesson promotes the consideration of diverse but interconnected views so that the understanding of the text is collaboratively constructed in small groups and as a class.

2. *How are students talking?* The purposeful collaboration and collective building of ideas in evidence here is no accident. Students are provided with concrete visual and spoken tools to aid their discussions, while their modes of interaction are valued, explicitly modelled and noted as objects of learning in their own right, alongside the comprehension outcomes. These structures are familiar to the children and appear to be the part of a long-established shared understanding about classroom practices.

3. *Who is talking and to whom?* This is a lesson in which every student has a voice and an audience. The use of small group roles and tokens, as well as deliberately open-ended stimuli provoking disagreement, means that participation is designed into the tasks. This is not, however, an exercise in eliciting minimal responses from as many students as possible: Group talk is of a high quality and students represent and interact with their peers’ views. All of this means that participation involves legitimising and valuing students’ authentic voices.

These three questions relate to the *purpose*, *form* and *participation* associated with classroom talk.

Communicative competence concerns an individual’s capability not only to use spoken language but also to apply it appropriately in social situations.

A long line of research, particularly from the 1970s onwards, makes the case for a strong link between spoken language proficiency and wider outcomes, both in school and in life after formal education. The Confederation of British Industry, in its depiction of work-readiness, for example, refers explicitly to communication skills, including public speaking.

Conversely, early problems with the use of spoken language, commonly referred to as speech, language and communication needs (SLCN), have been found to be strongly associated not only with later academic attainment but also with mental health difficulties and involvement in the criminal justice system. Not only are such SLCN more prominent in children from economically disadvantaged backgrounds, but this social divide is also evident more generally in the differing vocabulary test results between these groups.

Children often bring to the classroom many assets, or “funds of knowledge”, from their home lives, and the problem is sometimes that of a mismatch between the expectations and registers of language use in their communities and in their classrooms.

As will be discussed later, consensus over what constitutes “good” spoken language is far from straightforward.

Spoken language is a valid educational goal in its own right, and it is also a powerful vehicle for learning across the curriculum.

Learning in a school context is an inherently social activity, and talk is a powerful medium for understanding. There is good evidence for the impact of talk on many forms of attainment. For example, recent large-scale studies have associated particular aspects of productive dialogue with subsequent attainment gains in assessments of English and mathematics.

However, this benefit is not simply about an improved command of language improving literacy skills and thereby unlocking attainment across the wider curriculum. The impact is also to be found in improvements to thinking and understanding. Studies have, for example, found high-quality peer talk to be related to improvements in reasoning and problem solving.

Teaching students to articulate their ideas and reasoning goes beyond an interest in skills or attainment.

A commitment to listening to and valuing diverse perspectives is also a commitment to a vision of education as a collective, empowering endeavour. In fact, a student's right to be heard is enshrined in the UN's Rights of the Child, which includes the right to express views and have them taken seriously.

Taken alone, some teacher-dominated forms of classroom discourse might be seen as limited preparation for participation in democratic society in their promotion of a narrow, uncritical acceptance of knowledge and authority and their potential marginalisation of some groups in the classroom.

While teacher-led episodes within lessons are an essential and often efficient means of communicating new knowledge, they do not constitute the entirety of learning. The voices and interests of the learners also play an important role.

Beyond these ongoing principles of democratic involvement in one's own education, student voice has more recently assumed an enhanced status. Arising from the pandemic of 2020 onwards, an even greater emphasis has been placed on the affective aspects of talk, for example in guidance from the

Mental Health Foundation in the UK, which emphasises the need for allowing time for young people to talk through their experiences as they return to school.

Striking a balance between purposeful learning and students' authentic involvement in their learning is not easy.

Alitza Segal and Adam Lefstein's work in Israeli classrooms shows how, all too often, what seems to be dialogue amounts only to "exuberant voiceless participation", in which students are talking but mainly articulating the teacher's viewpoint.

Segal and Lefstein propose four conditions for nurturing authentic and unofficial voices:

1. *Having the opportunity* to speak may involve getting beyond the constraints and norms of the classroom which tend to limit voices.
2. *Speaking one's own ideas* depends on positioning the official (often teacher) perspective as one of many.
3. *Speaking on one's own terms* means sometimes allowing for informal, non-standard forms of expression.
4. *Being heeded* involves others listening to and building on a contribution.

In all of this, however, there are tensions to be resolved as, for example, teachers seek to reconcile the principle of co-constructed knowledge with the realities of the official knowledge at the heart of the lesson content. Segal and Lefstein refer to “making space” for unofficial voices, so the question for schools like Woodham, below, may be to consider where in the curriculum and beyond these spaces may legitimately exist and where the official voice prevails.

So, our attention might be drawn to the following:

1) The ways in which communicative competence and confidence – and thereby cultural capital – were being developed: We saw this in the modelling and use of ambitious vocabulary and precise sentence structures, as well as through the attention given to appropriate forms of interaction.

2) Certain structures are provided: Talk was not being ‘policed’ or corrected, as it was acknowledged that the mode was one of reasoning rather than formal presentation.

3) Hints of positive learning outcomes from peer-to-peer talk: Discussion tasks had been carefully engineered to encourage the sharing of different perspectives through building and challenging, while the quest for consensus in groups was likely to enhance skilled reasoning and deliberation.

4) Hallmarks of authentic voices and participation: Students were given an opportunity to rehearse ideas initially within the safety of a small group.

5) Arguments were evaluated less for correctness than for the quality of reasoning and communication: The use in small groups of tokens for talk helped to ensure that debate was not dominated by a few voices and that there was an expectation of participation by all. The importance of being heeded is very much in evidence, as teacher and students built on one another’s contributions.

So, in this research we learnt about the importance of a focus on talk within the classroom and analysed different perspectives on classroom talk. We also understood the communicative competence, cognitive and student voice arguments for a focus on classroom talk.

References

1. Budiyanto, K. K., Harapan, E., Purwanto, M. B., & Smaratungga, S. T. I. A. B. (2024). 21st century English learning: A revolution in skills, critical thinking, creativity, and visual communication. *Asian J. Appl. Educ*, 3(1), 43-54.
2. Frymier, A. B. (2005). Students’ classroom communication effectiveness. *Communication Quarterly*, 53 (2), 197-212.
3. Hajjaj, W. A., & Munip, A. (2024). The role of communication in developing leadership and teamwork in schools. *Indonesian Journal of Education (INJOE)*, 4(1), 821-833.
4. Richmond, V. P. (1990). Communication in the classroom: Power and motivation. *Communication education*, 39 (3), 181-195.
5. Rusmin, L., & Joko, S. (2025). Interpersonal communication between teachers and students in pancasila education learning. *Jurnal Konseling dan Pendidikan*, 13(3), 1-11.

6. Syukri, M. Y., Widyasari, E., & Fuadi, D. (2024). Communication-based classrooms: A new approach to inclusive education. *Indonesian Journal of Education (INJOE)*, 3(3), 568-581.

ЦИФРОВІЗАЦІЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЯК ЧИННИК ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ

Черничко Степан Степанович,
доктор з гуманітарних наук, професор, ректор
Закарпатського угорського університету імені Ференца Ракоці II,
(Берегове, Україна)

Біда Олена Анатоліївна,
доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри педагогіки, психології,
початкової, дошкільної освіти та управління закладами освіти
Закарпатський угорський університет імені Ференца Ракоці II,
(Берегове, Україна)

Бевзюк Марина Сергіївна,
кандидат педагогічних наук, доцент кафедри педагогіки, психології,
початкової, дошкільної освіти та управління закладом освіти,
Закарпатський угорський університет імені Ференца Ракоці II,
(Берегове, Україна)

Білан Валентина Андріївна,
кандидат педагогічних наук, доцент кафедри педагогіки, психології,
початкової, дошкільної освіти та управління закладом освіти,
Закарпатський угорський університет імені Ференца Ракоці II,
(Берегове, Україна)

Цифровізація вищої освіти є одним із визначальних чинників модернізації професійної підготовки педагогічних кадрів, оскільки сприяє оновленню змісту освіти, удосконаленню методів навчання та формуванню цифрової компетентності майбутніх фахівців. Вона охоплює не лише використання сучасних ІКТ, а й комплексне оновлення освітнього процесу, що забезпечує інтеграцію цифрових ресурсів у навчальну, наукову та практичну діяльність здобувачів освіти [8].

У сучасних умовах до професійної підготовки майбутніх учителів фізичної культури висуваються нові вимоги, пов'язані зі здатністю ефективно використовувати цифрові технології під час організації освітнього процесу, оцінювання навчальних досягнень, планування фізкультурно-оздоровчої діяльності та професійної комунікації. Це обумовлено не лише стрімким розвитком цифрового суспільства, а й трансформацією ролі педагога, який стає організатором освітнього середовища, фасилітатором навчання та наставником у формуванні ключових компетентностей здобувачів освіти [9].

Специфіка професійної підготовки майбутніх учителів фізичної культури полягає у поєднанні фундаментальної теоретичної підготовки з практичним оволодінням методикою навчання, руховими навичками, здоров'язбережувальними технологіями та сучасними педагогічними підходами. Саме тому цифрові технології мають інтегруватися в усі компоненти професійної освіти, забезпечуючи взаємозв'язок між теоретичним навчанням і практичною діяльністю студентів.

На наш погляд, професійну підготовку майбутніх учителів фізичної культури доцільно розглядати як цілісну систему, спрямовану на формування професійної, методичної, цифрової та комунікативної компетентностей, необхідних для успішної діяльності в сучасному освітньому середовищі. За такого підходу цифрові технології виконують не допоміжну, а інтегративну функцію, сприяючи розвитку професійного мислення, самостійності, творчої активності та готовності до інноваційної педагогічної діяльності.

Важливим результатом цифровізації є розширення можливостей використання електронних освітніх ресурсів, систем управління навчанням, мультимедійних матеріалів, інтерактивних платформ, хмарних сервісів і мобільних застосунків у професійній підготовці майбутніх учителів фізичної культури. Такі інструменти забезпечують доступність навчальної інформації, підтримують індивідуальну освітню траєкторію студентів, підвищують рівень їхньої навчальної мотивації та створюють умови для розвитку навичок самоосвіти [5].

Особливого значення цифрові технології набувають під час формування методичної компетентності майбутніх педагогів. Використання відеоаналізу техніки виконання фізичних вправ, цифрових моделей рухових дій, інтерактивних схем, електронних навчальних курсів та віртуальних практикумів сприяє якіснішому засвоєнню професійних знань і вдосконаленню практичних умінь. Студенти отримують можливість не лише аналізувати окремі елементи рухової діяльності, а й моделювати професійні ситуації, добирати ефективні методи навчання та оцінювати результати власної педагогічної діяльності.

Не менш важливою складовою професійної підготовки є використання технологій змішаного навчання, які поєднують аудиторну, дистанційну та самостійну роботу студентів. Такий формат забезпечує гнучкість освітнього процесу, створює умови для активної взаємодії між викладачем і студентами, сприяє розвитку самостійності та відповідальності майбутніх педагогів за результати власного навчання [1].

У сучасних умовах особливої актуальності набуває формування цифрової компетентності як невід'ємної складової професійної компетентності вчителя фізичної культури. Вона охоплює здатність ефективно працювати з цифровою інформацією, використовувати сучасні освітні платформи, створювати цифровий навчальний контент, організовувати онлайн-взаємодію, здійснювати електронне оцінювання результатів навчання та дотримуватися принципів академічної доброчесності й інформаційної безпеки [2].

Розвиток цифрової компетентності не повинен обмежуватися вивченням окремих інформаційних дисциплін. Значно ефективніше вона формується за умов системної інтеграції цифрових технологій у всі етапи професійної підготовки: під час вивчення фахових дисциплін, виконання індивідуальних і групових проєктів, проходження педагогічної практики, участі у науково-дослідній діяльності та самостійній роботі. Саме такий підхід забезпечує формування готовності майбутнього вчителя фізичної культури до професійної діяльності в цифровому освітньому середовищі.

Ефективність професійної підготовки майбутніх учителів фізичної культури в умовах цифровізації вищої освіти значною мірою залежить від створення відповідних педагогічних умов, які забезпечують системне використання цифрових технологій у всіх компонентах освітнього процесу.

Однією з ключових умов модернізації професійної підготовки є створення сучасного цифрового освітнього середовища закладу вищої освіти. Таке середовище повинно забезпечувати відкритий доступ до електронних освітніх ресурсів, навчально-методичних матеріалів, цифрових бібліотек, платформ дистанційного навчання, інтерактивних сервісів та засобів комунікації. Його функціонування сприяє індивідуалізації навчання, розвитку навичок самоосвіти, оперативному зворотному зв'язку між викладачами і студентами та підвищенню якості освітнього процесу [4].

Важливим напрямом удосконалення професійної підготовки є використання практико орієнтованих методів навчання із застосуванням цифрових технологій. Доцільним є впровадження проєктного навчання, аналізу педагогічних ситуацій, цифрових практикумів, навчального моделювання, вебквестів та інтерактивних завдань, що максимально наближають освітній процес до реальних умов професійної діяльності. Такий підхід дозволяє майбутнім учителям фізичної культури не лише засвоювати навчальний матеріал, а й формувати вміння приймати педагогічно обґрунтовані рішення, працювати в команді, аналізувати результати власної діяльності та використовувати цифрові ресурси для вирішення професійних завдань [2].

Особливу роль у формуванні професійної компетентності відіграє педагогічна практика, під час якої студенти мають можливість апробувати набуті знання в реальному освітньому процесі. Практична діяльність дає можливість майбутньому педагогу оцінити ефективність цифрових інструментів.

Отже, цифрова трансформація системи вищої освіти виступає одним із ключових чинників удосконалення професійної підготовки майбутніх учителів фізичної культури. Результативність цього процесу залежить не стільки від широти використання цифрових засобів, скільки від їх змістовного та методично-обґрунтованого включення в освітній процес. Важливого значення набуває орієнтація цифрових технологій на розвиток професійної майстерності, цифрової грамотності та дослідницьких умінь майбутніх фахівців. Взаємодія цифрових ресурсів із компетентнісним підходом, практично спрямованим навчанням та сучасними педагогічними технологіями формує сприятливе освітнє середовище для професійного становлення майбутнього вчителя

фізичної культури. Такий підхід забезпечує його готовність адаптуватися до нових умов освітньої діяльності, використовувати цифрові можливості у професійній практиці та ефективно працювати в умовах подальшої цифровізації освіти.

Список літератури

1. Войтенко А. Підготовка майбутніх учителів фізичної культури до організації фізкультурно-оздоровчої діяльності як наукова проблема / А. Войтенко // *Соціальна робота та соціальна освіта*. 2024. № 2 (13). С. 117-125.
2. Гарбар Д. Обґрунтування програми формування здоров'язбережувальної компетентності майбутніх учителів фізичної культури у процесі фахової підготовки / Д. Гарбар // *Physical Culture and Sport: Scientific Perspective*. 2025. Т. 1, № 1. С. 107-113.
3. Демус Я., Корносенко О., Фазан В. Підготовка майбутніх учителів фізичної культури до інклюзивного навчання в закладах загальної середньої освіти / Я. Демус, О. Корносенко, В. Фазан // *Педагогічні науки*. 2025. Т. 28, № 1. С. 33-45.
4. Іваненко О. О. Особливості професійної підготовки майбутніх учителів фізичної культури у процесі змішаного навчання / О. О. Іваненко // *Інноваційна педагогіка*. 2023. Вип. 65. Т. 1. С. 196-199.
5. Котова О. В., Цибульська В. В., Суханова Г. П. Професійна підготовка майбутніх учителів фізичної культури до роботи в Новій українській школі / О. В. Котова, В. В. Цибульська, Г. П. Суханова // *Науковий вісник Мелітопольського державного педагогічного університету. Серія: Педагогіка*. 2022. Т. 2, № 29. С. 97-103.
6. Кузьмінський А. Цифрова трансформація професійної підготовки майбутніх учителів фізичної культури в умовах змішаного навчання / А. Кузьмінський // *Естетика і етика педагогічної дії*. 2023. № 28. С. 114-124.
7. Левченко Д. Роль та місце підготовки майбутніх учителів фізичної культури до науково-дослідницької діяльності / Д. Левченко // *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2025. № 218. С. 309-314.
8. Хома Т. В. Особливості підготовки майбутніх учителів фізичної культури до професійної діяльності / Т. В. Хома // *Педагогічна інноватика: сучасність та перспективи*. 2024. № 3. С. 98-105.
9. Шуть Б. Підготовка майбутніх фахівців фізичної культури та спорту як педагогічна проблема / Б. Шуть // *Вісник Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка*. 2025. № 31. С. 82-89.

AZERBAIJAN'S MINEROLOGICAL CHARACTER AND CLIMATE CHANGE IN THE BAKU AGE

Eldar Muradli Vidadi

Ph.D., Assoc. Prof., Jalilabad city
Branch of ADPU in Jalilabad

Director of student and educational management department
Azerbaijan

Abstract. This article examines the paleoclimate of Azerbaijan during the Early Pleistocene. A temperature decline (glaciation) occurred at the beginning and end of this epoch, separated by a warmer interglacial period. The granulometric composition and mineralogical diversity of Pleistocene deposits across Azerbaijan's regions are analyzed, along with the factors that altered these rocks. Sedimentary sections of significant paleogeographic value are examined to reconstruct excavation sites, fauna, flora, and climate of the region.

Keywords: paleoclimate, Early Pleistocene, Baku age, Pleistocene of Azerbaijan

Azerbaijani geologists and paleogeographers — including K.A. Kovalevski, V.E. Khain, E.S. Shikhalibeyli, B.A. Budagov, A.B. Mammadov, M.A. Museyibov, N.S. Shirinov, M.A. Suleymanov, H.A. Arslanov, R.H. Sultanov, D.V. Hajiyeu, B.J. Aleskerov, Y.N. Taghiyeva, K.A. Alizade, B.G. Vekilov, S.A. Alizade, and A.A. Bayramov — have made significant contributions to this field [1–4].

More than 15 sedimentary sections across Azerbaijan were examined to study the material composition of Pleistocene deposits, including Mishovdag, Duzdag, the Baku level, Kirzan, Atachay, Atachay-9, Janakhat, Gasanriz, Jartas, Fizuli, Binagadi-2, Well No. 9, Nuran, Shakhbabali, Garaja, Kalva, Little Harem, Ushtal, and Demirchiler. Radiocarbon (C14) dating was used to date samples, while paleoclimate was reconstructed using paleobotanical, arealogical, and climatogram methods, palynology, G.F. Bukreeva's techniques, and mathematical-statistical analysis of spore-pollen spectra. The most reliable results came from phases containing more than 40 plant taxa; pollen and spores of trees, shrubs, and herbs were used, though sparsely vegetated intervals — some corresponding to glacial phases — were harder to interpret.

In total, 20 climate phases were identified across the Eopleistocene and Pleistocene. Most researchers divide the Pleistocene into three ages: Early, Middle, and Late [1,5]. This study focuses on the Early Pleistocene (730–460 thousand years ago), examining its mineralogical character, climate change, and the factors that influenced it.

Stratigraphic horizons and mineral composition

Analysis of Early Pleistocene sections reveals three horizons based on faunal and rock composition: the Turkan, Early Baku, and Late Baku horizons. The Turkan horizon (0.8–0.7 Ma) consists mainly of marine sediments, lying above the Pliocene Absheron layer and below the Baku horizon; it is widespread in the Kura depression and the Absheron islands. The Early Baku horizon dates to 0.7–0.6 Ma [1,2]. The Late

Pleistocene, in turn, comprises the Late Caspian and Early Khvalyn levels, found extensively in the Kur-Araz depression above the earlier layers.

Baku-era deposits contain 25–30% carbonate and are divided into two fractions. The heavy fraction includes augite, hornfels, muscovite, dolomite, zirconium, granite, rutile, glauconite, ilmenite, and limonite; the light fraction is dominated by leucoxene, quartz, feldspar, and clay-aggregate fragments. The lithological composition — clay, sand, sandstone, shell material, aleurite clay, loam, and gravel — spans a total depth of 44 m in the Baku horizon. Mineral distribution varies with depth: feldspar, clay fragments, and leucoxene dominate the Lower Pleistocene (Baku level), while granite, rutile, and quartz are largely absent there [3].

Spore-pollen analysis of the Baku-era sediments allowed reconstruction of past vegetation cover: three pollen zones are distinguishable within the section, with pollen abundance increasing to about 6 m depth, sharply declining between 6 and 23 m (where spores and pollen are nearly absent), and rising again in the uppermost zone. Overall, the strength ratio of the Upper and Lower Pleistocene deposits was considerably lower than that of the Middle Pleistocene.

Key sedimentary sections

Nuran. Located near Nuran village (Aghsu region, 500 m a.s.l.), this section divides into three sublevels. The lower sublevel is dominated by loam (~70%) and carbonate (15%), with augite (60%), hematite (10%), and biotite (10%) as principal minerals. The middle sublevel shows the highest carbonate content (40%, versus 25% below) and coarser fractions, indicating a hot climate [6]. The upper sublevel returns to clay-dominated composition (60%) with reduced, less wear-resistant augite (25%) and hematite (10%). The section records three distinct climatic shifts.

Ushtal. Near Ivanovka village (Ismayilli region, 500 m a.s.l.), this section also comprises three sublevels [5]. The lower sublevel has roughly equal coarse and fine fractions, dominated by siderite (30%), augite (25–30%), and biotite (10%), with feldspar (40%) and clay fragments (50%) in the light fraction — indicating cooling. The middle sublevel is coarser, with carbonate rising to 40% and wear-resistant minerals (muscovite, magnetite-ilmenite, limonite) alongside clay and feldspar, pointing to a hot, humid climate. The upper sublevel shows a carbonate decline to 10%, with augite (30%), siderite (25–30%), and biotite (10%) dominant.

Duzdag and Garaja. These sections, 17 km apart, closely resemble one another [2], differing mainly in that flood deposits dominate Garaja's structure and *Didacna eulachia* fauna occurs only at Duzdag [4]. Garaja's heavy fraction includes augite, hypersthene, diopside, hornfels, muscovite, epidote, zirconium, hematite, chlorite, ilmenite, magnetite, and limonite; its light fraction includes feldspar, volcanic glass, and siliceous rocks. Duzdag, south of the Mingachevir reservoir (200–300 m a.s.l.), shows three sublevels: the lower has 52% clay, 5% carbonate, 25% limonite, and 45% augite; the middle has 10–15% carbonate with muscovite (30%) and limonite (25–30%); the upper shows increasing clay, declining carbonate, and rising augite, hornblende, and dolomite — indicating a shift to a colder climate.

Little Harem. This section also has three sublevels. The lower is dominated by loam (~80%) with dolomite (50%), augite, and hornblende. The middle shows reduced

loam but increased muscovite (40%) and magnetite-ilmenite (30%), indicating a hot climate [3]. The upper contains siderite (45%), augite (20%), and dolomite (20%), with modified feldspar dominant among light-fraction minerals.

Demirchiler. Near Demirchiler village (Gazakh region), this section likewise divides into three sublevels. The lower has low carbonate (5%) with augite, hypersthene, and diopside dominant. The middle shows coarser fractions and higher carbonate (20%), with augite (5%) and diopside (3%) declining. The upper sublevel is clay-dominated (up to 75%) with low carbonate (5%), dominated by biotite, hypersthene, augite, and siderite, alongside rock fragments and volcanic glass in the light fraction.

Climate dynamics of the Early Pleistocene

Azerbaijan's climate in past geological periods, as today, was shaped by its geographic position — its mountain ranges, plains, and location on the Caspian coast. Repeated glaciations and Caspian Sea transgressions and regressions played a major role in climate formation, including during the Pleistocene. Early Pleistocene climate was reconstructed from palynological analysis of vegetation and faunal remains, rocks, spores, and pollen recovered from sedimentary sections, compared against present-day conditions [2]. Key sections in the Greater and Lesser Caucasus, Talysh Mountains, and Kura depression — including Garaja, Duzdag, Nuran, Kirzan, Mishovdag, and Shakhtakhti — made this reconstruction possible.

During the Upper Pleistocene (Agjagil and Absheron ages), a humid subtropical climate prevailed on the slopes of the Greater and Lesser Caucasus and the Talysh Mountains, with savanna landscapes in the Rioni-Kura depression of the South Caucasus. Global climate change at the start of the Pleistocene, however, drove Early Pleistocene glaciation that transformed these savanna and humid landscapes across the Caucasus, Talysh, and Kura depression into desert and semi-desert environments. This glaciation also shifted the altitudinal boundaries of landscape zones: nival-glacial zones in the Greater and Lesser Caucasus rose above 2000 m, favoring cold-resistant flora and driving faunal turnover. Species typical of the Kura depression's tropical and savanna landscapes — southern elephant seal, rhinoceros, ostrich, wild bull, giraffe — went extinct during the Eopleistocene–Early Pleistocene transition, replaced by cold-adapted species such as cave bear, cave lion, cave hyena, and various rodents (which later also went extinct).

The onset of the Early Pleistocene was marked by extreme cold, triggering the first Pleistocene glaciation and causing the Caspian Sea to reach its lowest level in the epoch's history — an indicator of global cooling. The North and Middle Caspian dried up entirely, while the Southern Caspian persisted, sustained by the Volga, Ural, Emba, and Terek rivers, which joined to form a single channel flowing into it. This drop resulted from reduced river discharge caused by thick continental glaciers covering the central Russian plain, which locked up river water; satellite imagery confirms the resulting water deficit in the northern and central Caspian. Average January temperatures were very low (-5 to -7°C), average July temperatures were 17 – 19°C , and annual precipitation was only 250–300 mm [2].

Temperatures rose during the Early Pleistocene interglacial: average July temperatures in the Kura depression reached 25–27°C, January averages rose to +3 to +5°C, and annual precipitation increased to 600–900 mm [1,2]. During this period the Caucasus Mountains exceeded 3000–3200 m in height, having risen roughly 800 m over the epoch — a further influence on climate and landscape boundaries beyond the effects of global cooling. Early Pleistocene glaciation also lowered the nival landscape boundary by 2000 m and the upper forest boundary by 1000–1200 m [2,4].

The Talysh Mountains, in the country's south, were largely unaffected by the global cooling — evidenced by relict Tertiary-era plants and evergreen vegetation that persist there today without signs of past glaciation. Paleogeographers attribute this to three factors: the mountains did not reach glaciation altitude; the adjacent deepest part of the Caspian Sea exerted a warming effect; and moderating air masses arrived from the Arabian Peninsula.

Mid-Early Pleistocene warming caused glacier melt and rising river discharge, raising the Caspian Sea level until its western shoreline approached Mingachevir and merged with the Aral Sea in the northeast. Warm-climate plants expanded upslope as glacier boundaries retreated, and the upper forest boundary rose by 100–200 m; forests comprised both broadleaf species (oak, walnut, chestnut, beech) and conifers [1]. This period's climate resembled today's, though temperatures were roughly 2°C higher, complicating efforts to identify glacial landscapes from this interval.

The Early Pleistocene's initial cold phase gave way to mid-epoch warmth before cooling returned at its end, mirroring the conditions at its start. These fluctuations drove renewed Caspian Sea regression, shifts in regional landscapes, and changes in the composition and distribution of fauna and flora.

Climate phases of the Early Pleistocene (Baku age, 730–460 ka)

Phase 1 (730–620 ka). Corresponding to the Turkan beds, recorded in sections at the Baku horizon, Mishovdag, and Azykh Cave. Spore-pollen spectra indicate a hot, humid climate, with temperatures roughly 2°C above and precipitation about 1.5 times present-day levels; Azykh Cave data corroborate this warming, with reconstructed temperatures 1.5°C higher and precipitation exceeding 600 mm compared to today.

Phase 2 (620–580 ka). Corresponding to the lower Baku sub-horizon. No spore spectra were found in the Baku horizon or Mishovdag sections for this interval, so local climate cannot be directly reconstructed; comparative data from other regions suggest a cooling trend likely also affected Azerbaijan.

Phase 3 (580–500 ka). Corresponding to the middle Baku sub-horizon. Sparse pine pollen and dominant polysaccharide pollen were recorded at the Baku horizon and Mishovdag, again insufficient for direct reconstruction; regional evidence points to contemporaneous warming, likely mirrored in Azerbaijan.

Phase 4 (500–460 ka). Corresponding to the upper Baku sub-horizon, recorded at the Baku horizon, Mishovdag, and Azykh Cave. Spore-pollen data indicate a notably cold, relatively dry climate: Mishovdag data show temperatures 5–7°C lower and precipitation roughly half of present-day levels.

The analysis of Pleistocene sedimentary sections remains a key resource for paleogeographic research in Azerbaijan. Studying the granulometric composition and

mineralogical diversity of these sections continues to inform the location of mineral deposits and the reconstruction of fauna, flora, and paleoclimate. Overall, the Early Pleistocene climate of Azerbaijan followed a cold–warm–cold pattern: extreme cold at its onset triggered the first Pleistocene glaciation and the Caspian Sea's historic low; warming at mid-epoch melted glaciers and restored humid conditions; and cooling returned toward its end, again reshaping glaciers, flora, fauna, and their geographic distribution.

References

1. A.V.Mamedov, B.D.Aleskerov. Pleistocene in Azerbaijan. Publishing house «Nafta - Press», 2002.
2. A.V.Mamedov, B.D.Aleskerov. Paleogeography of Azerbaijan in the early and middle Pleistocene. Publishing house «Elm», 1988.
3. M.A.Museyibov. Geomorphology and latest tectonics of the Middle Kur depression. Baku, “Azerneshr”, 1975.
4. M.A.Museyibov, B.A.Budagov, N.S.Shirinov. General geomorphology. Baku, “Maarif”, 1967.
5. S.S.Samedov, P.A.Mamedov. Geomorphology and geology of quaternary sediments. Baku, “Tehsil”, 2011.
6. B.J.Alesgerov., E.V.Muradly. The climate of Azerbaijan in Eopleistocene and early pleistocene. The works of Azerbaijan Geographical Society XVIII volume. 2013.

АРХІВНА СПРАВА ЗАКАРПАТТЯ (XVII – XX СТОЛІТТЯ)

Черняк Сергій Геннадійович

кандидат педагогічних наук, доцент,
старший науковий співробітник

Відділу інформації та використання документів,
Державний архів м. Києва

На архівну справу Закарпаття значний вплив мало включення його до складу Угорщини і реформування місцевих органів управління. Адміністративно-територіальними одиницями на Закарпатті були комітати (жупи), в результаті діяльності яких відкладалися різні документи, насамперед записи постанов жупних зборів. У 1733 році угорська влада прийняла рішення про будівництво адміністративних будинків для жуп. У зв'язку з цим стало можливим заснування стаціонарних жупних архівів. В адміністративних будинках обов'язково передбачалося приміщення для комітатських документів. Тут зберігалося поточне діловодство: протоколи зборів, листи громадян, скарги [1, с. 33].

Зауважимо, що тривале перебування закарпатських земель у складі інших держав стало причиною регіональної специфіки розвитку архівної справи. Стосунки між Угорським королівством, Австрійською імперією і Закарпаттям розвивалися згідно з імперськими прагненнями зробити українські землі своєю невід'ємною територією. Це виявлялося в уніфікації за затвердженими монархічною владою зразками різних сфер життя закарпатського суспільства, посиленні ролі державного, місцевого управлінського апарату, ускладненні бюрократичного механізму, а отже й діловодства, зміцненні його правової основи. Історичний досвід указує на тісний взаємозв'язок між розвитком держави, суспільства і діловодством та архівною справою. Діловодство як система виникає разом із утворенням апарату державної влади управління, який потребує документування своєї діяльності і налагодження зв'язків між складовими частинами, а архіви — в результаті нагальної необхідності концентрації документів для зберігання і подальшого користування ними [2, с. 177].

Хранителем і упорядником документів у комітатських архівах був старший нотар, він завідував і комітатською печаткою. Матеріали комітатських архівів використовували не лише для наведення довідок, а й у наукових цілях. Відомо, що документами Угочанської жупи користувалися у XVIII столітті закарпатські дослідники, зокрема історик Антон Сірмай [3, с. 48 – 49].

Наголосимо, що до початку XVIII століття документи, які вже вийшли з обігу, й ті, що продовжували функціонувати, зберігалися разом, але з часом ситуація змінилася. Так, з 1 лютого 1727 року комітатським нотаріусом Угочанської жупанії Богарді, з метою відокремлення від сучасних документів, було розпочато складання у хронологічному порядку переліку старих розпоряджень. Укладач

зазначав рік, вид документа з коротким викладом змісту і вказівкою місця, де можна було його знайти. Так, наприклад, всі внутрішні документи, що стосувалися питань спадковості, містилися в 36 книгах та фасцикулі, позначеній літерою «В» латинського алфавіту. У разі, коли документи стосувалися різних питань і не були систематизовані, робилася позначка, що всі інші документи знаходяться в невідсортованому стані і їх можна знайти у тих чи інших фасцикулах. В австрійський період, в умовах розгортання процесу централізації за правління Франца Йосифа I (1830 – 1916) відбулися зміни в діловодстві та архівній справі. Це проявилось в становленні організаційних форм і методів діловодних служб, котрі розробили правила та інструкції щодо зберігання документації та користування ними. Підведення правової основи під документообіг означало закріплення порядку руху документів від моменту їх створення до надходження в архів. Зберігання документів у комітатських та міських архівах, їх інтенсивне поповнення, необхідність користування архівною інформацією вимагали упорядкування документального масиву. В обігу нормативних документів з архівної справи знаходилися розпорядження та вказівки Вищої Ради Угорського королівського намісництва, правила і методичні розробки комітатського управління, які регламентували питання реєстрації, принципи систематизації, умови зберігання документів в архівах [4, с. 118 – 119].

Загалом у XVII – XVIII столітті на території Закарпаття найактивніше діяли комітатські архіви. Вони мали певну постійну державну підтримку, а документи, які в них зберігалися, відображали переважно діяльність центральних і місцевих органів державного управління, високопосадових дворян і великих землевласників [2, с. 180].

На сьогодні осередком документознавчого потенціалу регіону є Державний архів Закарпатської області. Як відомо, Державний архів Закарпатської області був сформований на базі документального матеріалу, що зберігався в комітатських та міських архівах періоду Угорського королівства і Австро-Угорщини, Земського (Крайового) архіву Підкарпатської Русі періоду Чехословацької республіки, колекцій документів, що відклалися в архівах особового походження, а також архівів Мукачівської грекокатолицької єпархії і Мукачівського монастиря отців Василіан. Треба сказати, що з точки зору хронологічних рамок і багатства змісту, документи фондів архіву займають особливе місце в складі Національного архівного фонду України [5, с. 3].

Отже, архівна справа Закарпаття має унікальний транскордонний та багатомовний характер через історичне перебування краю у складі Австро-Угорщини, Чехословаччини та Радянського Союзу. У цей період відбувалися процеси централізації архівної справи, що знайшло конкретний вияв в організації центральних органів управління державними архівами, концентрації документів і створенні державних крайових архівів. Діяльність архівів регулювалася державним законодавством. Архівні установи очолювали видатні діячі науки і культури, які відігравали важливу роль в архівному будівництві Закарпаття.

Список літератури

1. Архівознавство: Підручник / Редкол.: Я.С. Калакура (гол. ред.) та інші. Київ: Український державний науково-дослідний інститут архівної справи та документознавства, 1998. 316 с.
2. Нариси історії архівної справи в Україні / За заг. ред. Ірини Матяш, Катерини Климової. Київ: Видавничий дім «КМ Академія», 2002. 612 с.
3. Архівознавство / За заг. ред. Ярослава Калакури та Ірини Матяш. Київ: Видавничий дім «КМ Академія», 2002. 356 с.
4. Олійник, С. В. Архівознавство. Конспект лекцій. Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин Я. І., 2024. 192 с.
5. Державний архів Закарпатської області. Путівник. Ужгород: Карпати, 2018. 744 с.

INTELLIGENT CONTROL SYSTEM FOR INDUSTRIAL WATER COOLING AND PURIFICATION PROCESSES: ARCHITECTURE, ALGORITHM AND ENERGY EFFICIENCY

Aghamatov Stanislav

Doctoral Student

Azerbaijan State Oil and Industry University

Abstract: Water cooling systems are an integral part of technological processes in power generation, oil refining and other process industries, and their fans and circulation pumps account for a considerable share of plant electricity consumption. Conventional control of such systems relies on fixed setpoints of water temperature and supply pressure and ignores the external factors – ambient and “felt” temperature, humidity, wind speed, vibration and seismic activity – that strongly affect cooling efficiency and equipment condition. This paper gives a general description of an intelligent control system for water cooling and purification processes in which a neural controller built around LSTM predictive models operates as an upper level over the existing PLC/SCADA infrastructure. The functional structure of the system, its control algorithm with two operating regimes of the cooling tower, and its monitoring functions – prediction of wind-induced vibration, detection of seismic events by industrial vibration sensors with FFT processing, and spectral control of cooling-water purity – are presented. Industrial trials showed that the system optimizes the operating modes of fans and pumps, reduces water consumption and provides 3–5% electricity savings in comparison with setpoint-based control.

Keywords: water cooling system, cooling tower, intelligent control, neural controller, LSTM, vibration monitoring, seismic activity, water purification, energy efficiency.

1. Introduction

As industrial machinery has grown in scale, water cooling has evolved from simple open-loop arrangements into complex closed-loop systems that must remove large heat loads continuously. In a typical installation, hot water from the process passes through a passive cooling tank, oil skimmers and purification units, and mechanical-draft cooling towers, and is then returned by pumps through heat exchangers to the process equipment. The main energy consumers are the fan motors of the cooling towers and the circulation pumps, both asynchronous motors supplied through frequency converters.

The existing control loop of such systems is simple: the fan speed is adjusted according to the water temperature, while the supply pressure is kept constant. This approach does not consider the accompanying factors – wind speed, humidity, the resulting “felt” temperature and the vibration level of the fans – and therefore cannot

guarantee an optimal operating mode. At the same time, the cooling water accumulates oil residues, chemicals and minerals that form deposits on heat-exchange surfaces and reduce the overall efficiency; the purification procedures applied today are reactive.

The aim of the work was to develop the structure, models and algorithm of an intelligent control system that raises the efficiency of water cooling and purification by taking the influence of environmental factors into account, and to verify the system under industrial conditions. Individual components of the system – the LSTM-based controller [3] and the relationship between wind speed and vibration [2] – were reported earlier; this paper presents the system as a whole.

2. The controlled process and its parameters

The intelligent control model uses two groups of input parameters. External parameters are stochastic in nature and are exactly what distinguishes the proposed system from conventional control: the ambient temperature and the “felt” temperature that combines it with humidity and wind speed; humidity; wind speed, which affects both the heat transfer from the tower and the structural vibration of the fans; and seismic activity, which is not a permanent factor but generates vibrations that affect the stability of the installation. Internal parameters are those normally used in conventional control: hot and cold water temperatures, water levels in the hot and cold basins, supply pressure, flow rates, vibration levels of fans and pumps, and spectrometer data characterizing the presence of oil residues and other contaminants in the water.

External data are received continuously through a weather API and from vibration sensors; internal data come from the field instrumentation of the plant through the PLC and the distributed control system. Before being fed to the neural network, all parameters are normalized to comparable ranges, spectrometer images are clustered by similarity, and vibration signals are converted into the frequency domain by the Fourier transform.

The total electric power consumed by the system is the sum of the power of the four fan motors, the power of the two pump motors that maintain the supply pressure, and the power of auxiliary equipment (motorized valves, control panels). Since the power of a fan motor depends on its rotation frequency in a cubic manner, even a moderate reduction of fan speed when the environment permits it gives a disproportionately large saving; this is the physical basis of the energy-saving effect of the system.

3. Structure of the intelligent control system

The functional structure of the system is shown in Figure 1. It is built as a superstructure over the existing automation: the field level (sensors and the frequency converters VFD-1...VFD-4 of the fan motors and PFD-1, PFD-2 of the pump motors) and the PLC/SCADA level remain in place, and the neural controller with its database of trained models forms the upper, decision-making level. Executing the algorithms close to the peripheral devices improves the response time and reduces the load on the network and central computing equipment.

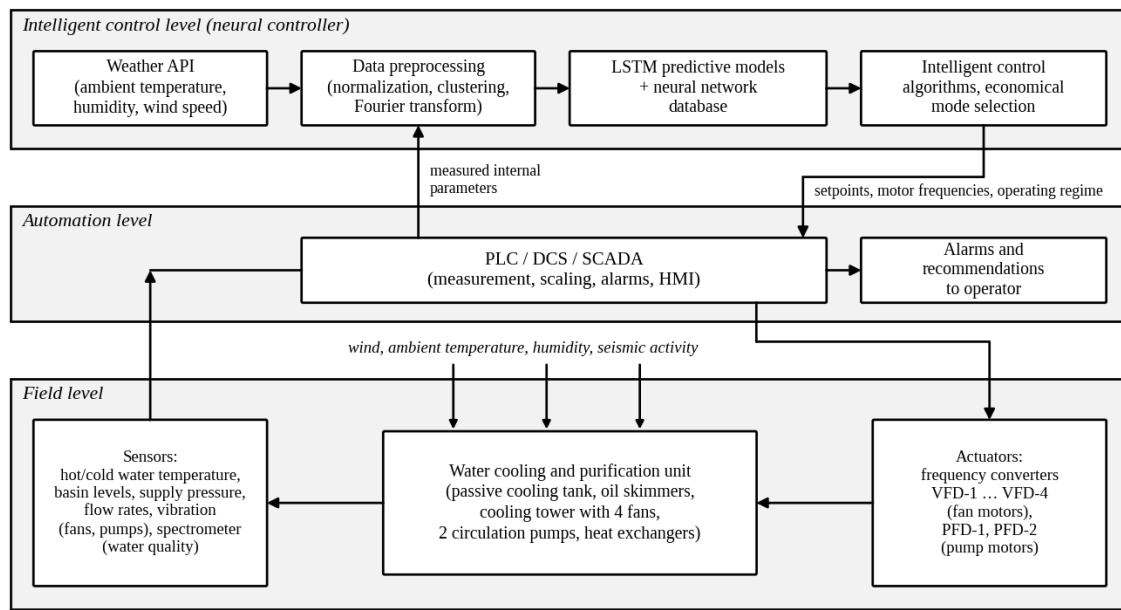


Figure 1. Functional structure of the intelligent control system for water cooling and purification

The neural controller consists of an input layer that receives the external and internal parameters, hidden layers with LSTM units [4] that learn the non-linear, time-dependent relationships between them (for example, how ambient conditions affect the temperature drop in the tower, or how wind speed affects vibration), and an output layer that generates the control signals – the rotation frequencies of the fan and pump motors, the operating regime of the tower and alarm signals. Learning is performed by backpropagation through time with the Adam optimizer and the mean-squared-error loss function; the model is first trained on historical data of the object and then retrained periodically as new data accumulate in the archive. Compared with a conventional PID regulator, the transient response of the neural controller is smoother, with less overshoot, and reaches the required output value in fewer steps.

4. Control algorithm and operating regimes

The block diagram of the control algorithm is shown in Figure 2. After start-up, the constants of the cooling process and the setpoints of the operating modes are loaded from the database. The parameters are then measured by the sensors connected to the control system, the measurement results are preprocessed and entered into the neural network database, after which the intelligent control algorithms determine the optimal values of the controlled parameters. On this basis the economical operating modes are calculated and the control actions are generated. After execution of the control action the process returns to the measurement block and repeats until the values corresponding to the current operating regime are obtained.

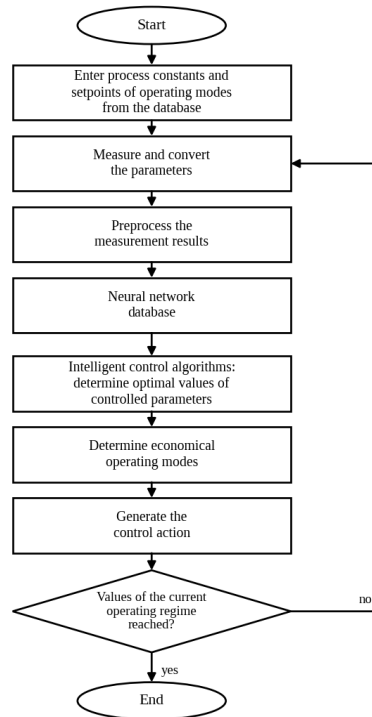


Figure 2. Block diagram of the control algorithm

The core of the algorithm is the choice of the operating regime of the cooling tower on the basis of the “felt” temperature and the cooling demand of the system:

- Regime 1: Air suction – the standard evaporative mode in which air is drawn through the tower by the fans; effective in terms of cooling but expensive in energy and water, and the only possible mode in hot weather.
- Regime 2: Air blowing – cold ambient air is blown over the water; effective only when the “felt” temperature is below approximately 10 °C, but consumes considerably less energy and water.

The transition between the regimes is governed by the set of patterns learned by the model, in which the external weather conditions are matched with the internal demand of the system. Within a regime the fan rotation frequency is controlled in proportion to the temperature difference between the inlet and outlet water, and the pump speed is controlled to maintain the required supply pressure. Optimal operation of the frequency converters also reduces the number of switching operations and the associated losses, and the predictive capability of the model allows the maintenance of fans and pumps to be planned in advance.

5. Monitoring functions of the system

Wind-induced vibration. The relationship between wind speed and the vibration level of the cooling-tower fans was studied on a data set of 8,688 observations collected over six months at 30-minute intervals at a constant fan speed. The vibration level varied between 5.8 and 7.5 mm/s and the wind speed between 0 and 40 km/h. Linear regression $V = \beta_0 + \beta_1 \cdot W$ gave $\beta_0 = 6.278$ mm/s and $\beta_1 = 0.0194$ with a coefficient of determination $R^2 = 0.764$, i.e. about 76% of the variation of vibration is explained by wind speed [2]. An LSTM model with two stacked LSTM layers and a dense output

layer, trained on sequences of past wind-speed values, predicts the vibration level from the forecast wind speed received through the weather API, so that a factor previously treated as noise becomes a predictive input.

Seismic activity. Six months of vibration records were compared with the catalogue of the regional seismological service (events of magnitude 3.8–5.6, ± 15 min around each event, constant fan speed and equal wind speed). Three cases were found in which the maximum vibration clearly exceeded the normal level. The vibration did not reach critical values, but the important result is that standard industrial vibration sensors register seismic events even of relatively low magnitude and can therefore serve as an additional source of monitoring data.

Frequency-domain analysis. To use these signals, a data acquisition chain was implemented in which the 4–20 mA signal of the vibration sensor is scaled in the PLC, recorded by a cyclic interrupt block at 100 Hz (every 10 ms) into a data block, extracted by an open-source S7 communication library into CSV files and processed by the fast Fourier transform. The FFT reveals the dominant frequency components that are masked in the time-domain signal and allows seismic and mechanical sources of vibration to be distinguished, which extends the monitoring capabilities of the SCADA system.

Water purity. In parallel with temperature and vibration control, the model monitors water quality using spectrometer data. It is trained on the absorption spectra of different petroleum products, including time-augmented spectra, and when a combined spectrum is presented it predicts which components are present. When a new or unfamiliar pattern is detected, it is compared with the historical data and an alarm is generated together with recommendations for changing the control strategy and the setpoints of the purification process.

6. Comparison with conventional control and industrial validation

Table 1 summarizes the differences between setpoint-based and intelligent control. Conventional systems react only after an internal parameter has left its range and cannot predict the behaviour of the process or learn from real-time data; the intelligent system integrates the external parameters, anticipates changes in cooling demand and refines its models through feedback.

Table 1. Setpoint-based versus intelligent control of a water cooling system

Feature	Setpoint-based control	Intelligent control system
Input parameters	Internal only: water temperature, supply pressure	Internal and external: ambient and “felt” temperature, humidity, wind speed, vibration, seismic activity, water spectra
Reaction to disturbances	Reactive: acts after a parameter leaves its range	Predictive: anticipates cooling demand from the weather forecast and process trends

Feature	Setpoint-based control	Intelligent control system
Adaptation	Fixed rules and thresholds, manual retuning	Continuous learning from real-time and historical data
Operating mode of the tower	Single evaporative mode, fan speed by water temperature	Selection between air suction and air blowing regimes by “felt” temperature and demand
Water-quality control	Periodic sampling, mechanical removal of oil after detection	Continuous spectral monitoring with early alarms and setpoint recommendations
Energy and water use	Determined by the fixed setpoints	3–5% electricity savings, reduced evaporation losses

The intelligent model and the operating principle of the control system were tested at Azerfloat CJSC and recommended for implementation. The trials showed that, by taking into account the influence of wind and other factors on the operating mode, the system optimizes the operation of the fans and pumps of the cooling tower, reduces water consumption through the reasonable use of the air-blowing regime, stabilizes temperature control, distinguishes real cooling demand from false triggers caused by sudden changes of wind or pressure, and provides 3–5% savings of electric energy compared with setpoint-based control.

7. Conclusions

1. Analysis of water cooling systems and their control means has shown that the main controlled parameters for reducing the water temperature are the rotation speeds of the fans and pumps and their switching combination, while the indirect parameters are the ambient temperature, wind speed and humidity; conventional setpoint control does not take the latter into account.

2. A functional structure and an algorithm of an intelligent control system with a neural controller have been developed that provide control and monitoring of the influence of wind, vibration, temperature and humidity on the water cooling system and select energy-saving operating modes.

3. Wind speed is the main factor of the vibration of cooling-tower fans ($R^2 = 0.76$ over 8,688 observations); industrial vibration sensors detect seismic events of low magnitude, and FFT processing of their signals extends the monitoring capabilities of SCADA systems.

4. Training the intelligent model on spectral samples enables early detection of cooling-water contamination and timely correction of the purification strategy.

5. Industrial trials confirmed 3–5% electricity savings. The model can be integrated with other AI-driven industrial systems, such as predictive maintenance algorithms, and adapted to the cooling systems of power plants, refineries and other enterprises. Future work includes the control of several interconnected cooling units and the use of additional data sources, such as satellite-based weather forecasts.

References

1. Agayev, F. H., Mehdiyeva, A. M., & Aghamatov, S. E. (2025). Integration of artificial intelligence into industrial cooling and water purification systems. *Nafta-Gaz*, (4), 280–288.
2. Aghamatov, S. E. (2024). Impact of wind speed on vibration levels in water cooling systems. *Journal of Engineering Research and Reports*, 26(10), 275–284.
3. Aghamatov, S. (2025). Intelligent control of water cooling systems using LSTM neural networks under environmental uncertainty. *Proceedings of the XXII International Scientific and Practical Conference “Current Trends in the Development of Science by Attracting New Ideas”*, Hamburg.
4. Hochreiter, S., & Schmidhuber, J. (1997). Long short-term memory. *Neural Computation*, 9(8), 1735–1780.
5. Zhan, X., Zhu, X., Cheng, P., Hu, X., He, Z., Geng, H., Leng, J., Zheng, H., Liu, C., Hong, T., Liang, Y., Liu, Y., & Zhao, F. (2025). Data center cooling system optimization using offline reinforcement learning. *arXiv preprint arXiv:2501.15085*.

THEORETICAL AND LEGAL FOUNDATIONS FOR THE FORMATION OF THE FIFTH GENERATION OF HUMAN RIGHTS IN THE CONTEXT OF THE DEVELOPMENT OF NEUROTECHNOLOGIES AND TRANSHUMANISM

Mima Iryna

Ph.D., Assistant Professor,
State University of Economics and Technology,
Department of Law, Educational and Scientific Legal Institute

The rapid development of neuroscience, artificial intelligence, and neurotechnologies necessitates a reconsideration of traditional approaches to the legal status of the individual. Brain-computer interface (BCI) technologies, neuroimaging, neuromonitoring, and brain stimulation technologies are gradually expanding not only the possibilities for studying the human brain but also the capacity to directly influence human cognitive and mental processes. As a result, new forms of potential interference with privacy, freedom of thought, autonomy, mental integrity, and personal identity are emerging.

These processes are of particular significance in the context of the development of transhumanist concepts, which regard the technological enhancement of human physical and cognitive capabilities as one of the possible directions of humanity's further development. Whereas traditional law has been based on the need to protect individuals from physical and psychological coercion, contemporary technologies create the possibility of intervening directly in brain functioning and the cognitive sphere.

Against this backdrop, a scholarly debate has emerged concerning so-called neurorights and the possibility of recognizing them as an independent category of human rights. At the same time, the concept of the fifth generation of human rights is not a universally recognized doctrine. It is therefore appropriate to regard it as a prospective theoretical and legal construct that is currently in the process of formation under the influence of technological, biomedical, and social transformations.

The concept of generations of human rights has traditionally been used to characterize the historical development of the legal status of the individual. The first generation primarily encompasses civil and political rights; the second comprises economic, social, and cultural rights; and the third includes collective rights and solidarity rights. Subsequent technological development has contributed to the emergence of doctrinal concepts of a fourth generation of rights, encompassing digital, biomedical, informational, and other rights associated with new technologies.

At the same time, the division of rights into generations should not be understood as the replacement of one set of rights by another. New generations of rights do not abolish previous ones; rather, they reflect the emergence of new spheres in which human rights are exercised and new ways in which such rights may be restricted.

Accordingly, the formation of a fifth generation should be understood as a process of adapting legal protection to situations in which technological intervention directly affects the mental and cognitive sphere of the individual.

Neurotechnologies create a fundamentally new situation. Traditional information technologies primarily operate with data that an individual has already generated or voluntarily disclosed. Neurotechnologies, by contrast, potentially enable the acquisition of information concerning brain activity and emotional and cognitive states and, in certain circumstances, the ability to influence such states. Consequently, the object of legal protection is gradually expanding beyond information about the individual to encompass the individual's mental autonomy itself.

M. Ienca and R. Andorno have substantiated the need to adapt the human rights framework to the development of neurotechnologies and proposed four principal areas of neurospecific protection: the right to cognitive liberty, the right to mental privacy, the right to mental integrity, and the right to psychological continuity [1, pp. 10–19].

Thus, a theoretical prerequisite for the formation of the fifth generation of human rights is the expansion of the understanding of individual autonomy: from freedom of physical conduct and decision-making to freedom in forming one's own thoughts, mental states, and cognitive processes.

Neurotechnologies encompass means of interacting with the nervous system, including neuroimaging, neuromonitoring, neurostimulation, and BCI technologies. They have significant medical potential for the diagnosis and treatment of neurological disorders and the restoration of bodily functions. At the same time, the ability to obtain and analyze neural data creates new risks to human rights, as it provides access to information concerning an individual's internal mental processes. Accordingly, the development of neurotechnologies is associated with risks to mental privacy, cognitive liberty, mental integrity, and psychological continuity. The legal significance of neural data also lies in the possibility of their subsequent automated processing. The combination of neurotechnologies with artificial intelligence makes it possible to analyze large datasets of neural information and draw inferences regarding an individual's emotional, cognitive, or behavioral characteristics. This creates the risk of a new form of informational profiling, in which the object is no longer merely a person's digital behavior but their neurocognitive characteristics [2, pp. 134–160].

For this reason, the traditional right to privacy may prove insufficient without further specification. In the digital environment, privacy already encompasses personal data, whereas in the neurotechnological environment there is a need for specific protection of neural data and information concerning mental states.

One of the principal theoretical and legal issues concerns the determination of the legal nature of neurorights. At least two major approaches have emerged in the scholarly literature. The first is the recognition of the need to establish new, autonomous rights specifically adapted to the challenges posed by neurotechnologies. M. Ienca and R. Andorno substantiate the concepts of cognitive liberty, mental privacy, mental integrity, and psychological continuity as distinct areas of legal protection [3, pp. 15–17]. The second involves a critical approach to the necessity of automatically creating new rights. J. Bublitz, in turn, questions the need to create new neurorights,

arguing that the proper interpretation and application of existing human rights may provide protection against the principal risks associated with neurotechnologies [4, pp. 2–4]. A similar debate is developed by T. Istace, who distinguishes between approaches that conceptualize neurorights as new autonomous rights and those that regard them as rights derived from existing guarantees. The author demonstrates that a substantial part of neurospecific guarantees may be grounded in the development and reinterpretation of existing human rights [5, pp. 121–139].

This makes it possible to draw an important theoretical conclusion: the formation of the fifth generation of human rights does not necessarily imply the creation of an entirely new catalogue of rights. Rather, it may occur through the neurotechnological specification of traditional human rights [6, pp. 461–481].

Thus, under new conditions, the right to privacy acquires a dimension of mental privacy; freedom of thought acquires a dimension of cognitive liberty; the right to physical and mental integrity acquires a dimension of mental integrity; and the right to human dignity acquires a dimension involving protection against unlawful technological interference with the formation of personality.

Accordingly, the concept of the “fifth generation of human rights” may be used not only to designate entirely new subjective rights but also to characterize a new level of specification and protection of fundamental rights within the neurotechnological environment.

A separate theoretical and legal dimension of this issue is associated with transhumanism, which regards technological development as a means of overcoming or extending the natural physical and cognitive capabilities of human beings. In this context, neurotechnologies may be used not only for therapeutic purposes but also for cognitive enhancement, including the improvement of memory, concentration, information-processing speed, and other intellectual abilities.

The development of such technologies raises questions concerning the permissible limits of technological human enhancement and its legal consequences. Legal regulation should ensure the possibility of voluntary use of neurotechnologies to enhance one’s own capabilities while preventing technological enhancement from becoming a *de facto* requirement in employment, education, or other areas of social relations.

The principle of voluntariness and individual autonomy is of particular importance. The formal existence of a right of choice is insufficient if refusing neurotechnological enhancement may result in discrimination, restricted access to professional or educational opportunities, or other adverse consequences. Accordingly, legal safeguards should encompass not only the right of access to neurotechnologies but also the individual’s right to refuse their use without negative legal or social consequences.

Thus, in the context of transhumanism, there is a need to establish a legal balance between an individual’s freedom to enhance their own physical and cognitive capabilities, on the one hand, and the protection of autonomy, equality, non-discrimination, and freedom from compulsory technological enhancement, on the other.

In its Recommendation on the Ethics of Neurotechnology (2025), UNESCO emphasizes the need to ensure human dignity, individual autonomy, human rights, non-discrimination, the protection of neural data, and the responsible development of neurotechnologies [7]. These provisions constitute an important normative basis for determining the future directions of legal regulation of neurotechnologies.

The issue of social inequality is of particular importance. If access to neurotechnological enhancement depends primarily on an individual's economic resources, the widespread adoption of such technologies may lead to new forms of social and economic differentiation between individuals who have access to technological enhancement and those who do not. Accordingly, the concept of the fifth generation of human rights should encompass not only the freedom to use neurotechnologies but also guarantees of equality, accessibility, and non-discrimination.

Taking into account contemporary approaches to the concept of neurorights, an indicative range of rights that could potentially constitute the substance of the fifth generation of human rights may be identified as follows:

1. The right to cognitive liberty, which entails an individual's ability to determine independently the nature of any intervention in their cognitive processes and to make decisions concerning the use of neurotechnologies.

2. The right to mental privacy, which protects information concerning an individual's brain activity and mental states against unlawful collection, processing, use, and dissemination.

3. The right to mental integrity, which ensures protection against unlawful interference with brain functioning and mental processes.

4. The right to psychological continuity and identity, which protects individuals against technological interventions capable of substantially altering their mental characteristics, personality, or sense of personal identity without proper and freely given consent.

5. The right to free and informed consent to neurotechnological intervention, whereby consent should encompass not only information concerning the medical consequences of an intervention but also information about the nature of neural data, the methods of their collection and processing, the possibility of transferring such data to third parties, and the potential consequences of using the relevant technology.

6. The right to non-discrimination on the basis of neurocognitive characteristics, aimed at preventing discrimination against individuals based on the characteristics of their brain activity, neurocognitive profile, or the fact that they do or do not use neurotechnologies.

At the same time, this list should not be regarded as a definitive catalogue of fifth-generation rights. Its further development will depend on advances in neurotechnologies, the expansion of their fields of application, and the emergence of new risks to autonomy, privacy, equality, and human dignity.

It is important to note that, even before the adoption of the 2025 Recommendation, the UNESCO International Bioethics Committee had examined neurotechnologies through the prism of existing human rights, including the rights to privacy, autonomy,

freedom of thought, and human dignity [8, pp. 45–67]. This provides grounds for viewing the emergence of the fifth generation of human rights not merely as a process of establishing new subjective rights but also as an expansion and specification of the content of fundamental rights in response to new technological conditions.

Accordingly, technological developments in the field of neurotechnology do not necessarily require the creation of an entirely autonomous system of new rights. A more substantiated approach would be a comprehensive model in which new neurospecific rights are combined with the adaptation of traditional human rights to the capabilities and risks associated with neurotechnologies.

The issue of neurorights is gradually moving from the sphere of academic debate into the domain of international normative policy. An important milestone in this process was the adoption by UNESCO in 2025 of the Recommendation on the Ethics of Neurotechnology [9]. The document establishes key ethical and human-rights principles for the development and use of neurotechnologies, including respect for human dignity, autonomy, privacy, freedom of thought, non-discrimination, and the protection of neural data. This approach indicates the emergence of international guidelines for legal responses to neurotechnological risks. At the same time, the UNESCO Recommendation is a soft-law instrument and does not establish a universally legally binding catalogue of neurorights. Its significance lies in the development of international standards capable of influencing national legislation and approaches in international law [10, p. 749]. Thus, the formation of the fifth generation of human rights is a gradual process in which doctrinal concepts of neurorights are combined with international ethical and human-rights standards.

Taking into account the doctrinal approaches outlined above and the international guidelines developed by UNESCO, the principal foundations of a theoretical and legal model of the fifth generation of human rights may be formulated.

The first is the principle of mental autonomy, according to which individuals should retain control over their own cognitive processes and decisions concerning the use of neurotechnologies.

The second is the principle of the inviolability of the mental sphere, which entails special legal protection of brain activity, neural data, and an individual's mental states.

The third is the principle of technological voluntariness, according to which the use of neurotechnologies should not become a hidden or *de facto* obligation in employment, education, or other areas of social relations.

The fourth is the principle of technological equality and non-discrimination, aimed at preventing restrictions on an individual's rights based on their access to neurotechnologies or their use of cognitive-enhancement technologies.

The fifth is the principle of preservation of human identity, which entails establishing legal limits on technological interventions in an individual's mental and cognitive processes.

The sixth is the principle of the primacy of human dignity over technological efficiency. The economic, medical, or social expediency of applying neurotechnologies cannot, in itself, justify disproportionate interference with fundamental human rights.

These principles specify the human-rights orientations enshrined in UNESCO's 2025 Recommendation on the Ethics of Neurotechnology while also developing doctrinal concepts of neurorights. They may be regarded as a normative foundation for the further development of a system of special safeguards in the field of neurotechnologies.

On this basis, the fifth generation of human rights may appropriately be defined as a set of legal guarantees aimed at ensuring human mental, cognitive, and technological autonomy and protecting neural data, mental integrity, and personal identity in the context of the development of neurotechnologies, artificial intelligence, and human enhancement technologies.

In conclusion, the development of neurotechnologies and transhumanist practices creates new challenges for the theory and practice of human rights, necessitating stronger legal protection of the individual's mental and cognitive sphere.

The fifth generation of human rights should be regarded as a prospective doctrinal construct that is still in the process of formation rather than as a completed and universally recognized system of rights. Its potential core may consist of the rights to cognitive liberty, mental privacy, mental integrity, psychological continuity, informed consent to neurotechnological intervention, and non-discrimination on the basis of neurocognitive characteristics.

At the same time, the formation of this generation does not necessarily entail the creation of exclusively new subjective rights. It may also occur through the adaptation of the content of existing rights to new technological threats: mental privacy may be understood as a development of the right to privacy, cognitive liberty as a specification of freedom of thought, and mental integrity as a new dimension of mental inviolability.

Thus, the task of contemporary law is not to place the human being in opposition to technology but to establish legal boundaries for its use. In this context, the fifth generation of human rights may serve as a theoretical model for a transition from the traditional protection of physical and informational autonomy to the comprehensive protection of human mental, cognitive, and personal autonomy.

References

1. Ienca M., Andorno R. Towards new human rights in the age of neuroscience and neurotechnology. *Life Sciences, Society and Policy*. 2017. Vol. 13. Article 5. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40504-017-0050-1> .
2. Gulyamov S. S. Brain-Computer Interface 5.0: Potential Threats, Computational Law and Protection of Digital Rights. *Legal Issues in the Digital Age*. 2025. Vol. 6, No. 2. P. 134–160. DOI: <https://doi.org/10.17323/2713-2749.2025.2.134.160> .
3. Ienca M., Andorno R. Towards new human rights in the age of neuroscience and neurotechnology. *Life Sciences, Society and Policy*. 2017. Vol. 13. Article 5. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40504-017-0050-1> .
4. Bublitz J. C. Novel Neurorights: From Nonsense to Substance. *Neuroethics*. 2022. Vol. 15, No. 1. Article 7. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12152-022-09481-3> .

5. Istace T. Establishing Neurorights: New Rights versus Derived Rights. *Journal of Human Rights Practice*. 2025. Vol. 17, Issue 1. P. 121–139. DOI: <https://doi.org/10.1093/jhuman/huae042> .
6. Ligthart S., Ienca M., Meynen G. et al. Minding Rights: Mapping Ethical and Legal Foundations of ‘Neurorights’. *Cambridge Quarterly of Healthcare Ethics*. 2023. Vol. 32, Issue 4. P. 461–481. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0963180123000245> .
7. UNESCO. *Recommendation on the Ethics of Neurotechnology*. Paris : UNESCO, 2025. URL: <https://www.unesco.org/en/node/86248> (дата звернення: 30.08.2026).
8. UNESCO International Bioethics Committee. *Ethical Issues of Neurotechnology*. SHS/BIO/IBC28/2021/3Rev. Paris : UNESCO, 2021. URL: <https://www.unesco.org/en/ethics-neurotech> (дата звернення: 30.08.2026).
9. UNESCO. *Recommendation on the Ethics of Neurotechnology*. Paris : UNESCO, 2025. URL: <https://www.unesco.org/en/node/86248> (дата звернення: 30.08.2026).
10. Bublitz C., Bariffi F., Sosa Navarro M. et al. UNESCO’s Recommendation on Neurotechnology: realizing the rights of people with mental disabilities. *Nature Mental Health*. 2025. Vol. 3. P. 749. DOI: <https://doi.org/10.1038/s44220-025-00454-y> .

КОНЦЕПЦІЯ ВІДНОВНОГО ПРАВОСУДДЯ В КРИМІНАЛЬНИХ ПРОВАДЖЕННЯХ ЩОДО ВРАЗЛИВИХ ГРУП НАСЕЛЕННЯ

Набільська Кіра Геннадіївна

курсант навчальної групи ННІ 1-24-201
Харківський національний університет внутрішніх справ

Пчеліна Оксана Василівна

доктор юридичних наук, професор,
професор кафедри кримінального процесу та
організації досудового слідства
Харківський національний університет внутрішніх справ

Сучасна трансформація системи кримінальної юстиції України в умовах сьогодення зумовлює потребу в переосмисленні традиційних каральних підходів, особливо тоді, коли кримінальне провадження стосується захисту прав і законних інтересів вразливих груп населення [1]. Насамперед ідеться про дітей, які можуть перебувати як у конфлікті із законом, так і в статусі свідків або потерпілих від кримінальних правопорушень; осіб з інвалідністю; а також осіб, які зазнали психологічних чи фізичних травм унаслідок воєнних дій [2]. Саме тому концепція відновного правосуддя набуває особливого значення, адже вона переносить акцент із виключного покарання правопорушника на відшкодування завданої шкоди, відновлення порушених прав потерпілих, повторну соціалізацію правопорушників і реінтеграцію вразливих учасників кримінального процесу [3].

З огляду на таке спрямування відновне правосуддя в кримінальному провадженні ґрунтується на принципах гуманізму, добровільності, конфіденційності, залучення сторін та забезпечення найкращих інтересів дитини чи іншої вразливої особи [4]. У науковій доктрині ці принципи розглядаються не ізольовано, а як складові цілісного механізму захисту прав, що охоплює удосконалення законодавства, створення дружнього середовища та активну участь міждисциплінарної команди [3]. Водночас національна модель такого захисту має формуватися з урахуванням міжнародно-правових орієнтирів, зокрема Конвенції ООН про права дитини, Європейської конвенції про здійснення прав дітей, Керівних принципів Комітету міністрів Ради Європи щодо правосуддя, дружнього до дитини, а також стандартів Ланцаротської конвенції щодо опитування та допиту дітей-жертв і свідків. Однак саме на цьому рівні виявляється термінологічна неузгодженість: міжнародні акти використовують універсальний термін «дитина» щодо особи до 18 років, тоді як національне процесуальне законодавство оперує поняттям «неповнолітній», що потребує системного узгодження [5].

Практичне втілення зазначених засад можливе лише за умови використання спеціалізованих методик та організаційно-правових моделей, адаптованих до потреб вразливих учасників кримінального провадження. Зокрема, зазначені моделі відрізняються за цільовими групами, механізмами реалізації та процесуальним значенням. Однією з ключових є Програма відновного правосуддя (медіація), розрахована на неповнолітніх підозрюваних або обвинувачених віком від 14 років та потерпілих. Її зміст полягає у залученні нейтрального адвоката-медіатора для досягнення угоди про відшкодування шкоди та примирення сторін. Процесуальна цінність цієї моделі полягає не лише у врегулюванні конфлікту, а й у забезпеченні реінтеграції правопорушника та запобіганні повторному вчиненню кримінальних правопорушень [6].

Поряд із медіаційними процедурами важливе місце посідають інструменти, орієнтовані передусім на дітей-потерпілих і дітей-свідків. Зокрема, Центри захисту дитини («Барнахус») поєднують надання психологічної допомоги дитині з проведенням її допиту в безпечному та спеціально організованому середовищі [7]. Перевага цієї моделі полягає в мінімізації повторної травматизації, тобто вторинної віктимізації, а також у створенні належного відеозапису допиту для подальшого використання в суді [8]. Близькою за метою є методика «Зелена кімната», призначена для малолітніх і неповнолітніх осіб, які перебувають у контакті чи конфлікті із законом. Вона передбачає використання спеціально обладнаного приміщення з анатомічними іграшками та технічними засобами відеофіксації, що дає змогу сформулювати психологічно комфортну атмосферу під час проведення слідчих дій. Водночас для безпосереднього опитування дітей-свідків і потерпілих застосовується Протокол NICHD – структурована методика процесуального інтерв'ювання з урахуванням вікового розвитку та особливостей пам'яті дитини. Її значення полягає у зниженні рівня навіюваності та отриманні достовірних вербальних показань без процесуального тиску [9].

Разом із тим нормативне закріплення окремих відновних механізмів ще не гарантує їх повноцінної та безперешкодної реалізації. Так, попри затвердження спільного наказу Міністерства юстиції України, МВС та ОВП від 22.07.2024 №2176/5/501/176 «Про затвердження Порядку реалізації пілотного проєкту “Програма відновного правосуддя за участю неповнолітніх, які є підозрюваними, обвинуваченими у вчиненні кримінального правопорушення”», на практиці виникає низка проблем [6]. Передусім малолітні особи, тобто діти до 14 років, не можуть бути стороною медіації. Відповідно до Цивільного кодексу України (далі – ЦКУ) вони мають лише часткову цивільну дієздатність і можуть самостійно вчиняти лише дрібні побутові правочини. Натомість юридично значущі дії, що здійснюються під час медіації, потребують наявності неповної цивільної дієздатності особи віком від 14 до 18 років та обов'язкової письмової згоди батьків чи законних представників; при цьому законний представник не набуває статусу сторони медіації замість дитини.

Не менш суттєвою перешкодою є тимчасовий характер відповідних пілотних проєктів. Запровадження моделей «Барнахус» і програм відновного правосуддя у форматі пілотів створює ризик припинення їх функціонування після

завершення строку дії нормативних актів або вичерпання фінансування [4]. Ця проблема посилюється й тим, що судова практика Касаційного кримінального суду у складі Верховного Суду здебільшого розцінює незастосування «Зеленої кімнати» чи Центрів «Барнахус» під час допиту не як істотне порушення вимог КПК, а лише як недотримання методичних рекомендацій. Отже, наявна практика засвідчує необхідність імплементації таких вимог безпосередньо до тексту КПК [9].

Окремої уваги потребує кадрово-організаційний аспект, оскільки забезпечення відновного та дружнього середовища неможливе без злагодженої роботи міждисциплінарної команди. Відповідно до ст. 227 КПК до проведення процесуальних дій за участю малолітньої або неповнолітньої особи залучаються законний представник (батьки, усиновителі, опікуни), педагог або психолог, захисник, участь якого є обов'язковою згідно з пп. 1, 2 ч. 2 ст. 52 КПК, а за необхідності – лікар або фахівець із соціальної роботи. У цьому контексті критично важливим є належне дослідження особи законного представника. Якщо між ним і дитиною виникає конфлікт інтересів або якщо представник діє всупереч найкращим інтересам дитини, слідчий чи прокурор зобов'язані вжити заходів щодо його заміни [10]. Водночас у межах функціонування Центрів «Барнахус» координатор міждисциплінарної команди має забезпечувати залучення кваліфікованих психологів, які пройшли спеціалізоване навчання з питань проведення процесуальних дій із вразливими категоріями осіб [8].

Отже, наведені положення дають підстави сформулювати низку висновків і пропозицій щодо вдосконалення законодавства та практики його застосування. По-перше, необхідно забезпечити гармонізацію термінології шляхом внесення змін до КПК та ЦКУ, привівши її у відповідність до Конвенції ООН про права дитини, усунувши застарілий слововжиток і закріпивши універсальні гарантії для «дітей». По-друге, доцільно встановити обов'язковість спеціальних умов допиту, доповнивши КПК нормами, які передбачатимуть проведення допиту дітей-потерпілих і дітей-свідків у спеціально обладнаних приміщеннях із використанням моделей «Барнахус», «Зелена кімната» або Протоколу NICHD та обов'язковою відеофіксацією для уникнення повторного допиту в суді. По-третє, важливим кроком має стати законодавче закріплення відновного правосуддя і переведення Програми відновного правосуддя та Центрів захисту дитини з рівня пілотних проєктів на рівень закону, що забезпечить стале фінансування й уніфіковане застосування на всій території України. Ба більше, ефективність таких змін значною мірою залежить від підвищення спеціалізації суб'єктів правозастосування, зокрема шляхом систематичного проведення тренінгів для слідчих, прокурорів, слідчих суддів та адвокатів з питань психології спілкування з вразливими групами населення і застосування відновних процедур.

Список літератури

1. Бараняк В.М., Несімко О.Д. Особливості механізму захисту прав людини у кримінальному провадженні. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. Серія: Юридичні науки. 2019. № 23, с. 68–75.

2. Кайданович О., Гутник А. Дитина – учасник збройного конфлікту: вербування, відповідальність, реінтеграція. *JustTalk*. URL: <https://justtalk.com.ua/post/ditina-uchasnik-zbrojnogo-konfliktu-verbuvannya-vidpovidalnist-reintegratsiya>
3. Сіроткіна М.В. Теорія та практика реалізації права на компроміс у кримінальному процесі України: дис. ... д.ю.н.: 12.00.09. Київ: НАВС, 2021. 497 с.
4. Basysta, I., Balynska, O., Barannik, R., Kuchynska, O., & Shchur, B. (2025). Legal and socio-psychological means to address child delinquency and ensure their rights in criminal proceedings. *Social & Legal Studios*, 8(3), 8-22.
5. Omarova, A., & Vlasenko, S. (2022). International Standards of Juvenile Justice: Its Creation and Impact on Ukrainian Legislation. *Access to Justice in Eastern Europe*, 116.
6. Фоміна Т.Г. Медіація у кримінальному провадженні: новели законодавства та перспективи його вдосконалення. *Право і безпека*. 2022. № 1 (84). С. 104–114. DOI: <https://doi.org/10.32631/pb.2022.1.11>.
7. Модель «Барнахус» і впровадження в Україні: збірка матеріалів. ЮНІСЕФ Україна, 2022. 52 с.
8. Про результати впровадження моделі «Барнахус» в Україні розповіла суддя ВС Надія Стефанів. *Офіційний сайт Верховного Суду*. 2023.
9. Гловюк І.В. Експертний коментар стосовно клопотань про допит неповнолітніх за стандартами Ланцаротської конвенції та використання таких показань в суді. *Юрфем*. URL: <https://jurfem.com.ua/ekspertnyy-komentar-klopotannya-dopyt-nerovnolitnikh/>
10. Пчеліна О.В., Фоміна Т. Г. Правосуддя, дружнє до дитини: міжнародно-правові орієнтири та національні виклики. *Право і безпека*. 2025. № 4 (99). С. 101–116. DOI: <https://doi.org/10.32631/pb.2025.4.08>.

ОЦІНКА ПОКАЗАНЬ ОСІБ З ОБМЕЖЕНОЮ ДІЄЗДАТНІСТЮ ТА ОСІБ У СТАНІ ЗАЛЕЖНОСТІ У КРИМІНАЛЬНОМУ ПРОВАДЖЕННІ

Набільська Кіра Геннадіївна

курсант навчальної групи ННІ 1-24-201
Харківський національний університет внутрішніх справ

Пчеліна Оксана Василівна

доктор юридичних наук, професор,
професор кафедри кримінального процесу та
організації досудового слідства
Харківський національний університет внутрішніх справ

Забезпечення справедливого кримінального провадження, охорона прав, свобод і законних інтересів його учасників зумовлюють необхідність застосування слідчим, прокурором, слідчим суддею та судом виваженого, науково обґрунтованого й нормативно узгодженого підходу до оцінки доказів. Особливе місце серед процесуальних джерел доказів посідають показання осіб, які мають специфічний психофізичний або соціально-правовий статус, зокрема осіб, цивільна дієздатність яких обмежена у зв'язку з психічним розладом або зловживанням спиртними напоями, наркотичними засобами, токсичними речовинами, азартними іграми тощо, а також осіб, які перебувають у стані службової, матеріальної, психологічної чи медичної залежності [1]. Складність оцінки таких показань полягає в тому, що процеси сприйняття, запам'ятовування та відтворення обставин події можуть зазнавати істотних викривлень під впливом психічного стану, залежності, підвищеної навіюваності або зовнішнього тиску з боку осіб, від яких допитуваний фактично чи юридично залежить [2]. З огляду на це встановлення достовірності показань осіб з обмеженою цивільною дієздатністю або осіб, які перебувають у стані залежності, потребує не лише формальної перевірки їх змісту, а й комплексного аналізу основних етапів формування показань: сприйняття інформації, її збереження в пам'яті та подальшого відтворення під час допиту. Психічні розлади, що можуть бути підставою для обмеження цивільної дієздатності, здатні проявлятися у порушеннях сприйняття, мислення, емоційно-вольової сфери, пам'яті, а також у зниженні критичності мислення. У зв'язку з цим під час оцінки показань необхідно враховувати можливу вибірковість сприйняття, фіксацію лише окремих емоційно значущих деталей, недостатнє усвідомлення причинно-наслідкових зв'язків, схильність до навіювання чи фантазування, а також вплив стресової ситуації на послідовність і повноту відтворення інформації [3].

Водночас сама наявність психічного розладу або обмеження цивільної дієздатності не означає автоматичної недостовірності показань. Саме тому

психологічні особливості сприйняття інформації такими особами мають оцінюватися з урахуванням індивідуальних характеристик їхньої особистості, рівня інтелектуального розвитку, емоційної стійкості, здатності до критичного аналізу ситуації та опору зовнішньому впливу. Особа, яка у звичних побутових умовах демонструє достатню орієнтацію та соціальну адаптацію, в екстремальній або конфліктній ситуації може втрачати здатність до цілісного й адекватного аналізу події. У таких випадках реальні спогади можуть поєднуватися з припущеннями, навіяними судженнями або суб'єктивними уявленнями, що потребує особливо ретельної перевірки змісту показань у сукупності з іншими доказами [2].

Окремого розгляду потребують показання осіб, які зловживають алкоголем, наркотичними засобами чи іншими психоактивними речовинами, оскільки в таких випадках на достовірність повідомленої інформації може впливати не лише загальний правовий статус особи, а й її фактичний стан у конкретний момент. Тому суб'єкт доказування має з'ясувати фізичний і психічний стан особи як на момент сприйняття обставин події, так і на момент надання показань. Зокрема, значення мають відомості про перебування особи у стані сп'яніння або абстиненції, наявність ілюзорних чи галюцинаторних переживань, порушень пам'яті, концентрації уваги, а також мотивів, які могли вплинути на зміст повідомленої інформації. До таких мотивів можуть належати прагнення уникнути відповідальності, отримати певну вигоду, зменшити власну процесуальну вразливість або уникнути конфлікту з іншими особами чи правоохоронними органами [3]. У продовження цього оцінка стану особи під час сприйняття юридично значущих фактів передбачає встановлення часу, тривалості та ступеня сп'яніння, характеру вживаної речовини, а також можливих наслідків тривалого вживання психоактивних речовин для пам'яті, уваги та мислення. Наукові підходи вказують, що стійкі порушення когнітивних функцій можуть спричинити фрагментарність спогадів, непослідовність викладу, добросовісне помилкове заповнення прогалин у пам'яті вигаданими деталями або інформацією, отриманою від третіх осіб. Отже, такі показання мають оцінюватися не ізольовано, а виключно у взаємозв'язку з іншими доказами [2].

Разом із тим стан залежності не завжди має медичну або психіатричну природу, що зумовлює необхідність ширшого підходу до аналізу відповідних показань. У кримінальному провадженні можуть досліджуватися показання свідків чи потерпілих, які перебувають у службовій, матеріальній, сімейній або іншій фактичній залежності від інших учасників провадження чи пов'язаних із ними осіб. За таких обставин оцінка показань має здійснюватися з урахуванням можливого конфлікту інтересів, наявності мотивів для викривлення інформації, послідовності та стабільності показань, а також їх узгодженості з іншими доказами. Відповідно до засад кримінального процесуального доказування, кожний доказ оцінюється з погляду належності, допустимості та достовірності, а сукупність доказів – з погляду достатності та взаємозв'язку для прийняття процесуального рішення [4].

У цьому контексті залежна особа може змінювати або викривляти показання внаслідок страху втрати житла, роботи, фінансової підтримки, сімейних зв'язків або через загрозу застосування насильства чи інших форм примусу. Істотна зміна показань на різних стадіях кримінального провадження може свідчити про можливий зовнішній вплив, однак сама по собі не є безумовною підставою для визнання показань недостовірними. Такі зміни мають оцінюватися з урахуванням умов допиту, поведінки допитуваного, наявності стороннього впливу та співвідношення показань з іншими доказами. Водночас показання залежної особи не повинні використовуватися як єдина фактична основа для процесуальних висновків без їх належної перевірки іншими джерелами доказів. Особливої уваги в межах такого підходу потребує психологічна залежність, яка є однією з найбільш складних для виявлення форм залежності, оскільки не завжди має очевидні зовнішні прояви. Вона може бути наслідком тривалого психологічного тиску, насильства в сім'ї, емоційної прив'язаності або іншого стійкого впливу домінуючої особи. У таких випадках свідок чи потерпілий може свідомо або несвідомо мінімізувати протиправну поведінку іншої особи, приховувати окремі обставини, змінювати акценти у власних показаннях або уникати повідомлення інформації через страх подальшого тиску, помсти чи втрати значущих соціальних зв'язків [3].

Зазначені вище психологічні та соціальні чинники безпосередньо впливають на процесуальну форму отримання й перевірки показань, тому забезпечення їх допустимості та достовірності потребує дотримання належних гарантій під час проведення допиту. Допит має здійснюватися в умовах, які мінімізують психологічний тиск, виключають неправомірний вплив заінтересованих або домінуючих осіб і дають можливість особі вільно повідомити відомі їй обставини. Запитання повинні бути зрозумілими, конкретними, нейтральними за змістом і не містити навідних формулювань. З урахуванням положень кримінального процесуального законодавства фіксація процесуальної дії технічними засобами, зокрема відеозаписом, може мати істотне значення для подальшої оцінки умов допиту, поведінки допитуваного та змісту наданих ним показань [4]. Відповідно, тактика допиту повинна визначатися з урахуванням індивідуально-психологічних характеристик особи, її віку, стану здоров'я, рівня розвитку, емоційної стійкості та здатності концентрувати увагу. Особа, яка проводить допит, має забезпечити належний психологічний контакт, уникати авторитарного або оцінного тону, надавати допитуваному достатній час для формулювання відповідей і не допускати використання запитань, які містять приховану підказку. У разі виявлення втоми, емоційного напруження або зниження здатності до зосередження доцільним є оголошення перерви з метою забезпечення повноти й добровільності повідомлення інформації [3; 4].

Крім належної організації допиту, важливим засобом перевірки здатності особи правильно сприймати обставини, що мають значення для кримінального провадження, та давати про них показання є призначення судово-психіатричної, судово-психологічної або комплексної психолого-психіатричної експертизи у випадках, коли для з'ясування відповідних обставин необхідні спеціальні

знання. На вирішення експертів доцільно ставити питання щодо наявності психічного розладу чи залежності, їх впливу на пізнавальні функції, здатності особи правильно сприймати факти та відтворювати їх у показаннях, а також щодо рівня навіюваності, схильності до фантазування або добросовісної помилки. Висновок експерта не має наперед встановленої сили, проте може бути важливим елементом доказової бази під час оцінки достовірності показань у сукупності з іншими доказами [2; 4].

Таким чином, наведені правові, психологічні та криміналістичні аспекти свідчать, що оцінка показань осіб з обмеженою цивільною дієздатністю та осіб, які перебувають у стані залежності, є комплексним процесуальним завданням. Такі показання не можуть апріорі визнаватися недостовірними, так само як і не мають наперед встановленої доказової сили. Їх оцінка повинна здійснюватися з урахуванням вимог належності, допустимості, достовірності, достатності та взаємозв'язку з іншими доказами. У межах кримінального провадження необхідно забезпечити умови, що виключають психологічний або інший неправомірний вплив на допитуваного, а за наявності підстав – залучати спеціаліста, законного представника чи експерта, застосовувати технічну фіксацію процесуальної дії та перевіряти отримані показання за допомогою інших процесуальних джерел доказів.

Список літератури

1. Цивільний кодекс України: Закон України від 16.01.2003 № 435-IV. *Відомості Верховної Ради України*. 2003. № 40–44. Ст. 356.
2. Шешеня Л.В. Вдосконалення механізму здійснення опіки та піклування над повнолітніми недієздатними особами та особами, цивільна дієздатність яких обмежена: кваліфікаційна робота магістра. Суми: СумДУ, 2021. 54 с.
3. Абламський С.Є. Захист прав і законних інтересів потерпілого у кримінальному провадженні: монографія / за заг. ред. О.О. Юхна. Харків: Панов, 2015. 240 с.
4. Кримінальний процесуальний кодекс України: Закон України від 13.04.2012 № 4651-VI. *Відомості Верховної Ради України*. 2012. № 9–10, № 11–12, № 13. Ст. 88.

БЕЗОПЛАТНА ПРАВНИЧА ДОПОМОГА ЯК ГАРАНТІЯ ЗАХИСТУ ВРАЗЛИВИХ ГРУП НАСЕЛЕННЯ У КРИМІНАЛЬНОМУ ПРОВАДЖЕННІ

Набільська Кіра Геннадіївна

курсант навчальної групи ННІ 1-24-201
Харківський національний університет внутрішніх справ

Пчеліна Оксана Василівна

доктор юридичних наук, професор,
професор кафедри кримінального процесу та
організації досудового слідства
Харківський національний університет внутрішніх справ

Забезпечення права на професійну правничу допомогу у кримінальному провадженні є однією з базових гарантій реалізації права на захист, доступу до правосуддя та справедливого судового розгляду. Особливого значення цей інститут набуває щодо вразливих груп населення, які через вік, стан здоров'я, соціальне становище, матеріальну неспроможність або інші об'єктивні обставини не завжди можуть самотійно й ефективно реалізувати свої процесуальні права. У зв'язку з цим безоплатна правнича допомога виступає важливим правовим механізмом забезпечення процесуальної рівності учасників кримінального провадження.

Міжнародні стандарти захисту прав людини, закріплені у Статуті Організації Об'єднаних Націй [1], ч. 3 ст. 6 Європейської конвенції з прав людини [2] та ч. 3 ст. 14 Міжнародного пакту про громадянські і політичні права [3], передбачають право особи, обвинуваченої у вчиненні кримінального правопорушення, захищати себе особисто або за допомогою обраного захисника, а за відсутності достатніх коштів – отримувати правничу допомогу безоплатно, якщо цього вимагають інтереси правосуддя.

На національному рівні право кожного на професійну правничу допомогу гарантовано ст. 59 Конституції України [4], відповідно до якої у випадках, передбачених законом, така допомога надається безоплатно, а кожен є вільним у виборі захисника своїх прав. Зміст, порядок реалізації та організаційні засади надання безоплатної правничої допомоги визначено Законом України «Про безоплатну правничу допомогу» [5]. Зазначений Закон розмежовує безоплатну первинну правничу допомогу, що охоплює правову інформацію, консультації і роз'яснення, та безоплатну вторинну правничу допомогу, яка включає захист, представництво інтересів особи та складення процесуальних документів [5].

Кримінальний процесуальний кодекс України конкретизує механізми реалізації права на захист у кримінальному провадженні. Відповідно до ст. 20 КПК України підозрюваний, обвинувачений, виправданий і засуджений мають

право на захист, що полягає, зокрема, у можливості надавати пояснення, збирати й подавати докази, брати особисту участь у процесуальних діях та користуватися правничою допомогою захисника. Стаття 48 КПК України передбачає, що захисник може бути залучений самим підозрюваним чи обвинуваченим, його законним представником або іншими особами за його проханням чи згодою, а органи досудового розслідування і суд зобов'язані забезпечити реальну можливість реалізації цього права [6].

Особливе значення має ст. 49 КПК України, яка встановлює обов'язок слідчого, прокурора, слідчого судді чи суду забезпечити участь захисника за призначенням у випадках, коли участь захисника є обов'язковою, особа заявила клопотання про залучення захисника, але не може зробити це самостійно, або коли обставини кримінального провадження вимагають забезпечення правничої допомоги. Перелік випадків обов'язкової участі захисника визначено ст. 52 КПК України. До них, зокрема, належать провадження щодо особливо тяжких злочинів, неповнолітніх, осіб, які через психічні чи фізичні вади не можуть повною мірою реалізувати свої права, осіб, які не володіють мовою кримінального провадження, а також випадки здійснення спеціального досудового розслідування чи спеціального судового провадження. Стаття 53 КПК України, своєю чергою, передбачає можливість залучення захисника для проведення окремої невідкладної процесуальної дії [6].

Згідно зі ст. 14 Закону України «Про безоплатну правничу допомогу» право на безоплатну вторинну правничу допомогу мають визначені законом категорії фізичних осіб. До них належать, зокрема, малозабезпечені повнолітні особи, особи з інвалідністю за встановлених законом умов, діти та особи з числа дітей-сиріт і дітей, позбавлених батьківського піклування, затримані особи, особи, до яких застосовано адміністративне затримання чи адміністративний арешт, особи, щодо яких обрано запобіжний захід у вигляді тримання під вартою, а також особи, участь захисника щодо яких є обов'язковою відповідно до КПК України [5]. Такий підхід свідчить про поєднання соціального та процесуального критеріїв доступу до безоплатної вторинної правничої допомоги.

У кримінальному провадженні вразливість особи може зумовлюватися не лише її соціальним чи майновим становищем, а й фактичним процесуальним статусом. Негайне забезпечення захисника є особливо важливим для затриманих осіб, осіб, які перебувають під вартою, неповнолітніх, осіб з інвалідністю, осіб із психічними розладами, а також осіб, які не володіють мовою судочинства. Для таких учасників кримінального провадження участь адвоката має не формальний, а гарантійний характер, оскільки спрямована на запобігання порушенню права на захист, недопущення примусу та забезпечення належної реалізації процесуальних прав.

Запровадження правового режиму воєнного стану істотно актуалізувало питання доступу до безоплатної правничої допомоги та розширило коло осіб, які потребують посиленого правового захисту [7, с. 76]. До таких осіб належать, зокрема, внутрішньо переміщені особи, громадяни, які втратили документи, особи, що постраждали від збройної агресії, члени сімей зниклих безвісти за

особливих обставин, а також особи, які зазнали незаконного позбавлення волі, катувань або іншого жорстокого поводження. За цих умов система безоплатної правничої допомоги виконує не лише процесуальну, а й соціально-захисну функцію.

В умовах безпекових ризиків і вимушеного переміщення населення особливого значення набуває використання дистанційних каналів комунікації, електронних сервісів та координація діяльності центрів з надання безоплатної правничої допомоги з адвокатурою й іншими суб'єктами правозахисної діяльності. Окремим напрямом залишається правова підтримка військовополонених, осіб, звільнених з полону, та членів їхніх сімей, що потребує належного організаційного забезпечення і взаємодії з міжнародними партнерами [8].

Отже, безоплатна правнича допомога є важливою гарантією реалізації конституційного права на захист у кримінальному провадженні. Її значення полягає у забезпеченні реального, а не декларативного доступу до правосуддя для осіб, які через вразливий стан не здатні самотійно забезпечити належний правовий захист. Чинне законодавство України передбачає комплекс механізмів залучення захисника коштом держави, а умови воєнного стану зумовлюють необхідність подальшого розвитку цієї системи, зокрема шляхом цифровізації, підвищення якості правничих послуг і посилення гарантій прав осіб, які постраждали від збройної агресії.

Список літератури

1. Статут Організації Об'єднаних Націй від 26.06.1945 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995010>.
2. Європейська конвенція з прав людини: Міжнародний документ від 04.11.1950 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_004.
3. Міжнародний пакт про громадянські і політичні права: Міжнародний документ від 16.12.1966 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995043>.
4. Конституція України: Закон України від 28.06.1996 р. № 254к/96-ВР. *Відомості Верховної Ради України*. 1996. № 30. Ст. 141.
5. Про безоплатну правничу допомогу: Закон України від 02.06.2011 р. № 3460-VI. *Відомості Верховної Ради України*. 2011. № 51. Ст. 570.
6. Кримінальний процесуальний кодекс України: Закон України від 13.04.2012 № 4651-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/465117#Text>.
7. Міщук І.В. Особливості надання безоплатної правової допомоги в Україні під час воєнного стану. Актуальні проблеми вітчизняної юриспруденції. 2022. № 3. С. 74–79.
8. НААУ пропонує долучити адвокатів до організації обміну військовополонених. URL: <https://yur-gazeta.com/golovna/naau-proponuedoluchiti-advokativ-do-organizaciyi-obminu-viyskovopolopolenih.html>.

ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРАВОВИХ ЗАСАД ОБМЕЖУВАЛЬНИХ ЗАХОДІВ, ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ ДО ОСІБ, ЯКІ ВЧИНILI ДОМАШНЄ НАСИЛЬСТВО

Федосова Олена Валеріївна,
доктор юридичних наук, професор,
головний науковий співробітник
науково-дослідної лабораторії з проблем правового
забезпечення діяльності поліції та протидії злочинності ННІ №2
Харківського національного університету внутрішніх справ

Домашнє насильство залишається гострою соціальною проблемою, актуальність якої різко зростає в умовах війни через постійний стрес, травми та загальну уразливість суспільства. Загибель чи травмування рідних, втрата житла та іншого майна, регулярні ворожі обстріли мирних населених пунктів, економічні труднощі в сукупності неминуче призводять і до зростання рівня домашнього насильства. Саме тому сьогодні суспільство і держава приділяють значну увагу домашньому насильству та його протидії. Керівництво Міністерства внутрішніх справ України вважає, що більшість проблемних питань щодо профілактики й протидії домашньому насильству необхідно вирішувати через покращення законодавчого забезпечення, а також залучення міжнародної технічної допомоги. Законодавцями пропонуються нові доповнення до положень Кодексу України про адміністративні правопорушення, Кримінального (далі – КК України) та Кримінального процесуального кодексу України (далі – КПК України) з метою удосконалення чинних інструментів протидії домашньому насильству.

Важливо звернути увагу, що саме завдяки підписанню та ратифікації Україною Конвенції Ради Європи про запобігання насильству щодо жінок та домашньому насильству й боротьбу з цими явищами (далі – Стамбульська конвенція) до положень КПК України були внесені зміни щодо кримінальних проваджень за фактом домашнього насильства. Так, Законом України «Про внесення змін до Кримінального та Кримінального процесуального кодексів України з метою реалізації положень Конвенції Ради Європи про запобігання насильству стосовно жінок і домашньому насильству та боротьбу з цими явищами» від 6 грудня 2017 року № 2227-VIII статтю 194 КПК України було доповнено новою частиною 6, яка передбачає, що «в інтересах потерпілого від злочину, пов'язаного з домашнім насильством, суд може застосувати до особи, яка підозрюється у вчиненні такого кримінального правопорушення, один або декілька таких обмежувальних заходів: 1) заборона перебувати в місці спільного проживання з особою, яка постраждала від домашнього насильства; 2) обмеження спілкування з дитиною у разі, якщо домашнє насильство вчинено

стосовно дитини або у її присутності; 3) заборона наблизитися на визначену відстань до місця, де особа, яка постраждала від домашнього насильства, може постійно чи тимчасово проживати, тимчасово чи систематично перебувати у зв'язку із роботою, навчанням, лікуванням чи з інших причин; 4) заборона листування, телефонних переговорів з особою, яка постраждала від домашнього насильства, інших контактів через засоби зв'язку чи електронних комунікацій особисто або через третіх осіб; 5) направлення для проходження лікування від алкогольної, наркотичної або іншої залежності, від хвороб, що становлять небезпеку для оточуючих, направлення для проходження програми для кривдників» [1]. Ці законодавчі норми відповідають вимогам статті 53 Стамбульської конвенції, в якій зазначено, що «1. Сторони вживають необхідних законодавчих або інших заходів для забезпечення того, щоб належні обмежувальні або захисні приписи були доступними для жертв усіх форм насильства, які підпадають під сферу застосування цієї Конвенції. 2. Сторони вживають необхідних законодавчих або інших заходів для забезпечення того, щоб обмежувальні або захисні приписи, зазначені в пункті 1, були: доступними для невідкладного захисту та без покладення неналежного фінансового або адміністративного тягаря на жертву; виданими на певний період або до їхньої зміни чи зняття; у разі необхідності виданими на основі *ex parte*, що має негайну дію; доступними незалежно від іншого правового провадження або на додаток до нього; дозволені бути представленими в подальшому правовому провадженні. 3. Сторони вживають необхідних законодавчих або інших заходів для забезпечення того, щоб порушення обмежувальних або захисних приписів, виданих відповідно до пункту 1, підлягало ефективним, пропорційним та переконливим кримінальним або іншим юридичним санкціям» [2].

Необхідно зазначити, що застосування обмежувальних заходів пов'язано з оцінкою ризиків. При обґрунтуванні необхідності застосування обмежувальних заходів та захисту потерпілих осіб важливо враховувати ризики відповідно до статті 177 КПК України серед яких зазначаються такі можливі фактори: «незаконно впливати на потерпілого, свідка, іншого підозрюваного, обвинуваченого, експерта, спеціаліста в кримінальному провадженні; перешкоджати кримінальному провадженню іншим чином; учинити інше кримінальне правопорушення чи продовжити кримінальне правопорушення, у якому підозрюється (обвинувачується) особа» [3].

У Рішенні Європейського суду з прав людини від 03.09.2020 зазначено, що «під час вирішення питання про обрання обмежувального заходу у виді заборони перебувати в місці спільного проживання, щодо виселення, хоча і є крайньою формою втручання в право особи на повагу до житла, гарантоване статтею 8 Конвенції про захист прав людини і основоположних свобод, проте втручання національних органів влади в особисті права може бути необхідним для захисту здоров'я та прав інших, оскільки у справах про домашнє насильство права нападників не можуть переважити права потерпілих, зокрема, на фізичну та психічну недоторканність» [4].

Важливо звернути увагу на те, що аналіз ст. 91¹ КК України «Обмежувальні заходи, що застосовуються до осіб, які вчинили домашнє насильство» [5] дозволяє стверджувати, що всі передбачені у пп. 1-5 цієї статті обмежувальні заходи, спрямовані на виконання двох основних завдань: захисту потерпілої особи та унеможливлення продовження вчинення щодо неї домашнього насильства, а також виправлення кримінально протиправної поведінки кривдника. Зазначене свідчить про те, що «фактично, зміст обмежувальних заходів є схожим на зміст заходів індивідуально-профілактичного запобігання, проте обмежувальні заходи застосовуються виключно до осіб, які вчинили домашнє насильство» [6, с. 69].

З метою пошуків шляхів вдосконалення законодавства у сфері протидії домашньому насильству вважаємо важливим розглянути законодавчу практику зарубіжних країн щодо запобігання та протидії домашньому насильству. Так, законотворчий досвід Австрії зосереджує норми національного законодавства щодо запобігання та протидії домашньому насильству в Цивільному та Правоохоронному кодексах та спеціальному Акті служби безпеки. Однак, в законодавстві Австрії є і спеціальний закон «Акт про захист від насильства у сім'ї», яким «передбачено регулювання процедур, пов'язаних з захистом жертви насильства від особи, яка його вчинила шляхом здійснення виселення кривдника і винесення щодо нього заборонного ордеру. Остання процедура віднесена до повноважень поліції. У разі порушення вимог заборонного ордеру винного притягають до адміністративної, а в разі відмови звільнити приміщення – до кримінальної відповідальності. Слід звернути увагу, що навіть згода потерпілої особи не може бути підставою для відвідування домівки кривдником, щодо якого винесено заборонний ордер. Більше того, надання такої згоди жертвою насильства розглядається законодавцем як адміністративне правопорушення» [7, с. 139].

Вивчення окремих положень КК Республіки Польща дозволяє стверджувати, що до обмежувальних заходів кримінально-правового характеру, що застосовуються до осіб, які вчинили домашнє насильство, зокрема, належать такі: «заборона здійснення діяльності, пов'язаної з вихованням, лікуванням, освітою малолітніх або з опікою над ними; обов'язок утримуватися від перебування у визначених середовищах або місцях, заборона мати контакт з визначеними особами, заборона наближатися до визначених осіб або заборона залишати місце проживання без згоди суду; наказ залишити місце, що займається разом з потерпілим; обов'язок компенсувати завдану шкоду. Крім того, суд може винести рішення про обов'язок утримуватися особі від перебування у певних середовищах або місцях, заборону мати контакт з певними особами, заборону наближатися до певних осіб, заборону залишати місце проживання без згоди суду або наказ залишити місце, що займається разом із потерпілим у разі засудження особи за кримінальне правопорушення проти статевої свободи тощо. Обов'язок або заборона можуть бути пов'язані з обов'язком засудженого з'являтися до поліції чи іншого уповноваженого органу у визначених інтервалах часу.

Призначаючи заборону наблизитись до певних осіб, суд указує відстань до охоронюваних осіб, якої засуджений зобов'язаний дотримуватися» [8, с. 37].

Вважаємо важливим в контексті сучасних реалій звернути увагу, що «у США до законодавства введено заборону на користування зброєю для осіб, які вчиняють домашнє насильство, що названа поправкою Лаутенберга на честь свого автора, сенатора Френка Лаутенберга, який запропонував ввести дану поправку після рішення Апеляційного суду дев'ятого округу Сполучених Штатів у справі про недостатнє виконання положень закону про домашнє насильство. Крім того, заслуговують уваги правові положення законодавства Австралії, зокрема в тому аспекті, що нещодавно було внесено зміни до міграційного закону, що забороняють особі, яка засуджена за вчинення домашнього насильства у будь-якій країні світу отримати візу для в'їзду в країну. На даний час така заборона поширюється на всіх іноземних громадян, які були визнані винними у вчиненні домашнього насильства щодо жінок або дітей. Це правило стосується навіть громадян, які вже мають візи та проживають в Австралії і можуть бути вислані за її межі за вчинення домашнього насильства» [9, с. 488].

З урахуванням практики зарубіжних країн вважаємо доцільним запропонувати імплементацію у вітчизняне законодавство таких обмежувальних заходів як заборона на отримання дозволу на носіння та зберігання зброї, а також в'їзду та виїзду за межі України. Застосування таких заходів до кривдника може стати дієвим засобом у протидії домашньому насильству, особливо в сучасних умовах воєнного стану, коли діють суворі обмеження на виїзд за кордон для чоловіків призовного віку та чітко регламентовані правила поведіння, зберігання і транспортування цивільної чи виданої вогнепальної зброї.

З цією метою пропонуємо внести зміни до частини 1 статті 91¹ КК України «Обмежувальні заходи, що застосовуються до осіб, які вчинили домашнє насильство» [5], шляхом доповнення обов'язків, що можуть бути покладені судом на особу, яка вчинила домашнє насильство та викласти наступним чином: «1. В інтересах потерпілого від злочину, пов'язаного з домашнім насильством, одночасно з призначенням покарання, не пов'язаного з позбавленням волі, або звільненням з підстав, передбачених цим Кодексом, від кримінальної відповідальності чи покарання, суд може застосувати до особи, яка вчинила домашнє насильство, один або декілька обмежувальних заходів, відповідно до якого (яких) на засудженого можуть бути покладені такі обов'язки: 1) заборона перебувати в місці спільного проживання з особою, яка постраждала від домашнього насильства; 2) обмеження спілкування з дитиною у разі, якщо домашнє насильство вчинено стосовно дитини або у її присутності; 3) заборона наблизитися на визначену відстань до місця, де особа, яка постраждала від домашнього насильства, може постійно чи тимчасово проживати, тимчасово чи систематично перебувати у зв'язку з роботою, навчанням, лікуванням чи з інших причин; 4) заборона листування, телефонних переговорів з особою, яка постраждала від домашнього насильства, інших контактів через засоби зв'язку чи електронних комунікацій особисто або через третіх осіб; 5) направлення для

проходження програми для кривдників; 6) заборона на отримання дозволу на носіння та зберігання зброї; 7) заборона в'їзду та виїзду за межі України....».

Список літератури

1. Про внесення змін до Кримінального та Кримінального процесуального кодексів України з метою реалізації положень Конвенції Ради Європи про запобігання насильству стосовно жінок і домашньому насильству та боротьбу з цими явищами: Закон України від 6.12.2017 р. № 2227-VIII. *Офіційний сайт Верховної Ради України*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2227-19#n106>
2. Конвенція Ради Європи про запобігання насильству стосовно жінок і домашньому насильству та боротьбу із цими явищами : ратифіковано із заявами Законом України № 2319-IX від 20.06.2022 р. *Офіційний сайт Верховної Ради України*. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_001-11#Text
3. Кримінальний процесуальний кодекс України : Закон України від 13.04.2012 р. № 4651-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4651-17#Text>.
4. Рішення Європейського суду з прав людини у справі «Левчук проти України» від 03.09.2020 р. (Заява № 17496/19). *Офіційний сайт Верховної Ради України*. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/974_f92#Text
5. Кримінальний кодекс України : Закон України від 05.04.2001 р. № 2341-III. *Офіційний сайт Верховної Ради України*. *Офіційний сайт Верховної Ради України*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2341-14>
6. Пономарьова Т. І. Обмежувальні заходи та обмежувальні приписи у системі спеціальних заходів індивідуально-профілактичного запобігання домашньому насильству. *Центральноукраїнський вісник права та публічного управління*. Випуск 4(8), 2024. С. 63-72. DOI: 10.32782/cuj-2024-4-9
7. Тичина Д. М. Європейська практика запобігання домашньому насильству. *Правова позиція*, № 2 (39), 2023. С. 136-142. DOI: <https://doi.org/10.32782/2521-6473.2023-2.27>
8. Ященко А. М. Обмежувальні заходи, що застосовуються до осіб, які вчинили домашнє насильство: порівняльний аналіз кримінального законодавства України й окремих Європейських країн. *Вісник кримінологічної асоціації України*. 2018. № 2 (19). С. 35–45. URL: <https://dspace.univd.edu.ua/server/api/core/bitstreams/42283b0b-1c28-434a-848d-fea2b5d1910e/content>
9. Остапчук Л. Г. Обмежувальні заходи, що застосовуються до осіб, які вчинили домашнє насильство: національний та зарубіжний досвід. *Електронне наукове видання «Аналітично-порівняльне правознавство»*. № 5, 2023. С. 485-489. DOI: <https://doi.org/10.24144/2788-6018.2023.05.87>.

METHODOLOGICAL PRINCIPLES FOR DETERMINING PRIORITIES FOR THE DEVELOPMENT OF INFORMATION SUPPORT FOR MICRO- ENTREPRENEURS' COMMUNICATION WITH TARGET AUDIENCES

Bilousov Stanislav

PhD Student, Department of Marketing
Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics,
Kharkiv, Ukraine

The development of information support for communication between micro-entrepreneurs and their target audiences takes place under limited financial resources, time, competencies, and managerial attention. This problem is especially important for micro-entrepreneurs in professional and personalized services, where the entrepreneur directly creates value, communicates with clients, collects and interprets information, and at the same time makes marketing and communication decisions. Systematic studies of small and medium-sized enterprise (SME) marketing confirm the specific nature of SME marketing practices and the need to consider the resource, organizational, and information conditions of small businesses [1]. Market intelligence is also considered an important basis for developing small-business marketing capabilities [2].

In this study, information support for communication is understood as a set of information resources, sources, and procedures for obtaining, checking, organizing, interpreting, and using information needed to prepare, implement, and evaluate the entrepreneur's communication decisions. This view helps to separate the subject of the study from the full set of marketing capabilities of a business. The focus is mainly on the information basis for making and implementing decisions about interaction with the target audience.

The initial information base of a micro-entrepreneur is not limited to formal databases, analytical systems, CRM systems, or quantitative indicators. It may include professional and entrepreneurial experience, observations, the history of client interactions, feedback, informal knowledge, and entrepreneurial judgment, together with formally recorded data. Therefore, the level of formalization alone is not a sufficient criterion of whether information is useful for a management decision. At the same time, the entrepreneur's subjective confidence cannot automatically be treated as evidence that the information basis is sufficient.

Under these conditions, the development of information support should not be understood as maximizing the number of data sources, indicators, communication channels, or digital tools. The attention-based view explains organizational behavior through the way limited attention is distributed among problems and possible responses [3]. Entrepreneurial attention is also treated as a limited resource with an opportunity

cost [4]. Research on capability development in new firms shows that, under some conditions, focused development can be more effective than the broad simultaneous development of several capabilities [5]. These findings should not be directly transferred to information support for communication, but they support the idea that a resource-constrained entrepreneur should not try to “develop everything at the same time.”

Therefore, the key methodological problem is not to identify which component of information support has the lowest score. The more important question is which specific action is the most justified in the current situation, considering the entrepreneur’s goal, available information, relevant constraints, and available resources.

Current research already offers prioritization approaches that combine assessments of performance, importance, and necessity. For example, combined importance-performance map analysis (cIPMA) integrates importance, performance, and necessity to support managerial prioritization [6]. Adaptive assessment models for SMEs also show how diagnosis can be connected with individualized recommendations and improvement plans [7]. Thus, adaptive diagnosis, personalized recommendations, and the transition from assessment to action should not by themselves be treated as the specific novelty of the proposed approach.

For the subject of this study, another problem requires special methodological attention. Before a development gap is identified, it is necessary to determine whether the information basis for such a judgment is sufficient. After a gap is identified, the analysis should move from an abstract component of information support to specific alternative actions that differ in their expected contribution and resource feasibility.

The aim of the study is to justify a methodological logic for determining priority actions for the development of information support for micro-entrepreneurs’ communication by consistently distinguishing information insufficiency, a relevant gap, and a priority action, while considering the current communication decision and the entrepreneur’s resource constraints.

An important basis of this logic is the combination of entrepreneurial judgment with a check of its information basis. Research on marketing decisions under uncertainty shows differences between experienced entrepreneurs and less experienced managers, including the use of effectual, non-predictive decision logic [8]. This supports the view that entrepreneurial judgment should not be mechanically replaced by a standardized algorithm. At the same time, research on entrepreneurial overconfidence shows that its effects on entrepreneurial processes and outcomes are not always positive [9]. Therefore, professional and entrepreneurial judgment can be an important source of diagnostic information, but its sufficiency should be evaluated together with the information on which the judgment is based.

For this reason, it is necessary to distinguish state uncertainty, information insufficiency, and a relevant gap. State uncertainty describes how clearly the entrepreneur knows the actual state of a particular component of information support. Information insufficiency describes whether the available knowledge and its information basis are sufficient for a specific decision. A relevant gap is a confirmed

insufficiency of the current state of a component in relation to the current goal, operating conditions, and communication decision, when this insufficiency can limit the decision or its implementation.

These concepts are not identical. Uncertainty about the state of a component does not necessarily create information insufficiency for the current decision if that component is not relevant to it. At the same time, the state of a component may be sufficiently known, while the available information is still insufficient to choose between alternative actions. Similarly, a low score for a component does not by itself mean that there is a relevant gap.

For example, an entrepreneur may have sufficient grounds to establish that the sources of client inquiries are not systematically recorded. Thus, the state of this procedure is sufficiently clear. However, the available information may still be insufficient to decide which customer acquisition channel should be developed. In the opposite case, uncertainty about a characteristic that is not important for the current communication decision does not by itself create a need to collect additional information.

Methodologically, this requires an information requirements stage between the formulation of a communication decision and the assessment of information sufficiency. In other words, the question “Do we have enough information?” cannot be answered properly before the question “What information is needed for this particular decision?” is clarified.

The concept of information sufficiency has an established theoretical tradition. In the Risk Information Seeking and Processing (RISP) model, information insufficiency is associated with the perceived gap between current knowledge and the level of knowledge needed for a sufficiently confident judgment [10]. Later development of this approach describes information insufficiency as a goal-contingent construct: different information goals can create different criteria and thresholds of information sufficiency [11]. Although these studies were developed in another research context, this principle can be adapted to the communication decisions of micro-entrepreneurs. Information sufficiency should therefore be assessed in relation to a specific decision and its information requirements, rather than in an abstract way.

This leads to the first methodological rule: before the assessed state is interpreted as a development problem, the sufficiency of the information basis for the specific communication decision should be established.

Information insufficiency should not automatically lead to unlimited collection of additional data. The general logic of decision analysis considers the value of information in relation to uncertainty, information acquisition, and the possible influence of additional information on decision-making [12]. For a micro-entrepreneur, this means comparing the possible usefulness of additional information with the time, financial, and attention costs required to obtain it.

Additional information is therefore most useful when the uncertainty is important for the current decision, can realistically be reduced, and the new information can potentially change the choice of action while its acquisition cost remains acceptable. Complete certainty is not required. In practice, the entrepreneur should seek an

information basis that is sufficient to make a justified decision with an acceptable level of remaining uncertainty. Quantitative criteria for such sufficiency require further operationalization and are outside the scope of this stage of the study.

Reducing information insufficiency also does not always require a separate research activity. A limited practical or experimental communication action can influence the target audience, test an assumption, and generate new information at the same time. For example, testing two versions of a communication message with a limited part of the audience can be both a communication action and a source of information for the next decision. Therefore, a strict separation between an “information action” and a “development action” is not appropriate.

If the information basis for the judgment is sufficient, the next stage is to assess the current state and its sufficiency in relation to the current working goal and the specific communication decision, rather than in relation to an abstract maximum level.

This leads to the second methodological rule: a relevant gap should be identified not because a component has a low level, but because there is a confirmed insufficiency of its current state for the current decision under the relevant operating conditions.

The same state of information support can be sufficient for one decision and become a constraint for another. For example, informal knowledge about regular clients may be sufficient for direct communication with a small and stable audience, but insufficient for entering a new segment or scaling customer acquisition. Therefore, the development of information support should not be oriented toward a universal maximum level for every component.

In a simplified form, this principle can be expressed as follows: low component level $\neq$ relevant gap $\neq$ priority action.

However, identifying a relevant gap does not yet determine how it should be addressed. The same information or organizational deficiency can be reduced through different actions. Therefore, it is important to distinguish the object of diagnosis from the object of final prioritization. The object of diagnosis is the state of the components of information support for communication. The object of final prioritization is a specific action, or a limited set of related actions, that the entrepreneur can implement.

This leads to the third methodological rule: a confirmed relevant gap or significant information insufficiency should be followed by the generation of several alternative actions.

For example, insufficient information about why clients choose a service may lead to several alternatives: short client interviews, systematization of existing feedback, analysis of inquiry history, or a limited test of different value messages. These actions can address the same problem, but they differ in resource requirements, speed of results, required competencies, and the amount of new information they can generate.

After alternatives are generated, their evaluation should be divided into two stages: determining whether an action is acceptable and determining priority among acceptable alternatives.

This leads to the fourth methodological rule: an action should be included in further comparison only if it is connected with the current decision, addresses a relevant gap

or significant information insufficiency, and is feasible under the entrepreneur's current resource constraints.

Resource burden should be understood more broadly than one-time financial costs. For a micro-entrepreneur, it should include at least financial costs, time, required competencies, managerial attention, implementation complexity, and the ongoing effort needed to use and maintain a new tool, channel, or procedure. Therefore, a decision that formally increases the entrepreneur's set of tools but creates an unacceptable ongoing burden does not necessarily increase the entrepreneur's practically manageable opportunities.

Among acceptable alternatives, preference should be given to an action with a stronger expected contribution when the resource burden is similar or lower. In the opposite case, when expected contributions are similar, preference should be given to the action with a lower burden on scarce resources. If one alternative has both a higher expected contribution and much higher resource requirements, a clear choice requires an additional comparison procedure. Its quantitative operationalization belongs to the further development of the methodology and should not be replaced at this stage by an arbitrary integrated score.

The expected contribution of an action may also be indirect. Some actions can create new information needed for later management decisions. Therefore, an action that does not produce an immediate communication result may still become a priority if it significantly reduces important uncertainty and helps the entrepreneur make the next decision on a stronger information basis. At this stage, it is useful to distinguish at least the direct contribution of an action to the current goal and its information contribution. A broader system of effects and their quantitative assessment require further research.

Thus, the general logic of one priority-setting cycle can be presented as follows: problem situation → working goal and resource constraints → specification of the communication decision → definition of information requirements → assessment of the sufficiency of the available information basis.

If the information basis is insufficient, the entrepreneur should assess whether obtaining additional information is justified and select an information, experimental, or other action that can reduce decision-relevant uncertainty. The new information is then used to reassess the situation.

If the information basis is sufficient, the sequence is: assessment of the current state → assessment of its sufficiency for the current goal and decision → identification of a relevant gap → generation of alternative actions → acceptability check → comparison of acceptable alternatives → selection of the priority action → implementation → result and new information → reassessment.

This sequence is not a one-time linear procedure. Research on the entrepreneurial process emphasizes recursive links between goal setting, information seeking, action planning, execution, monitoring, and feedback [13]. Therefore, the result of an implemented action creates a new information situation. It may change the assessment of the current state, clarify the previously identified gap, change the set of available alternatives, or lead to a revision of the working goal.

The proposed logic also clarifies when information support should be developed. A new information source, tool, indicator, channel, or formal procedure should not be introduced only because it is currently absent. A new element is justified mainly when the existing configuration of information support is no longer sufficient for the requirements of the current decision, or when the expected contribution of additional complexity justifies the related resource burden.

Accordingly, the development of information support should not aim to maximize complexity, the amount of information, or the number of available tools. It should aim to expand the space of relevant, resource-accessible, and practically manageable opportunities for the entrepreneur to make and implement communication decisions.

The methodological contribution proposed in this study is not the introduction of information sufficiency, resource constraints, adaptive assessment, or action prioritization as new concepts, because these ideas already have their own theoretical and methodological foundations in the literature. The contribution is their subject-specific integration for information support of micro-entrepreneurs' communication and the consistent distinction between information requirements for a specific decision → sufficiency of the information basis → relevant gap in the current state → alternative actions → their resource acceptability → priority action.

In this logic, the sufficiency of the information basis is checked before the current state is interpreted as a relevant gap, while final prioritization moves from an abstract component of information support to a specific action. This helps avoid automatically treating a low score as a development problem and allows situations in which the most justified next step is not immediate development of a component, but additional information acquisition or a limited experimental action.

In conclusion, determining priorities for the development of information support for micro-entrepreneurs' communication requires a move from static assessment of separate components to a consistent analysis of the information requirements of a specific decision, the sufficiency of the available information basis, the relevance of the identified gap, and the acceptability of specific alternative actions. Under limited time, attention, financial resources, and competencies, development priority should be determined not by the weakness of a component itself, but by how well a specific action is justified in the current situation.

Further research should operationalize the criteria of information sufficiency, determine the state of information-support components required for specific goals, develop procedures for generating alternative actions, assess their resource acceptability and expected contribution, and empirically test the proposed logic. These tasks form the basis for the further development of diagnostic and prioritization tools for information support of micro-entrepreneurs' communication.

References

1. Bocconcelli, R., Cioppi, M., Fortezza, F., Francioni, B., Pagano, A., Savelli, E., & Splendiani, S. (2018). SMEs and marketing: A systematic literature review. *International Journal of Management Reviews*, 20(2), 227–254. <https://doi.org/10.1111/ijmr.12128>

2. Carson, G., O'Connor, C., & Simmons, G. (2020). The crucial role of market intelligence in the development of small business marketing capabilities. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, 27(5), 797–816. <https://doi.org/10.1108/JSBED-12-2019-0394>
3. Ocasio, W. (1997). Towards an attention-based view of the firm. *Strategic Management Journal*, 18(S1), 187–206. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0266\(199707\)18:1+<187::AID-SMJ936>3.0.CO;2-K](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0266(199707)18:1+<187::AID-SMJ936>3.0.CO;2-K)
4. Gifford, S. (1992). Allocation of entrepreneurial attention. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 19(3), 265–284. [https://doi.org/10.1016/0167-2681\(92\)90038-D](https://doi.org/10.1016/0167-2681(92)90038-D)
5. Symeonidou, N., Leiponen, A., Autio, E., & Bruneel, J. (2022). The origins of capabilities: Resource allocation strategies, capability development, and performance of new firms. *Journal of Business Venturing*, 37(4), 106208. <https://doi.org/10.1016/j.jbusvent.2022.106208>
6. Hauff, S., Richter, N. F., Sarstedt, M., & Ringle, C. M. (2024). Importance and performance in PLS-SEM and NCA: Introducing the combined importance-performance map analysis (cIPMA). *Journal of Retailing and Consumer Services*, 78, 103723. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2024.103723>
7. Santolamazza, A., Introna, V., & Martini, F. (2026). An adaptive energy management maturity model for SMEs: Dynamic assessment and action-oriented improvement planning. *Energies*, 19(16), 3858. <https://doi.org/10.3390/en19163858>
8. Read, S., Dew, N., Sarasvathy, S. D., Song, M., & Wiltbank, R. (2009). Marketing under uncertainty: The logic of an effectual approach. *Journal of Marketing*, 73(3), 1–18. <https://doi.org/10.1509/jmkg.73.3.001>
9. Kraft, P. S., Günther, C., Kammerlander, N. H., & Lampe, J. (2022). Overconfidence and entrepreneurship: A meta-analysis of different types of overconfidence in the entrepreneurial process. *Journal of Business Venturing*, 37(4), 106207. <https://doi.org/10.1016/j.jbusvent.2022.106207>
10. Griffin, R. J., Dunwoody, S., & Neuwirth, K. (1999). Proposed model of the relationship of risk information seeking and processing to the development of preventive behaviors. *Environmental Research*, 80(2), S230–S245. <https://doi.org/10.1006/enrs.1998.3940>
11. Fung, T. K. F., Leung, H. M., Lai, P. Y., & Griffin, R. J. (2026). Accuracy and defense motives: Exploring types of information insufficiency in the Risk Information Seeking and Processing (RISP) model. *Science Communication*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1177/10755470261465788>
12. Borgonovo, E., Jose, V. R. R., Knowlton, M., Shachter, R., Siebert, J. U., & Ulu, C. (2026). Fifty years of decision analysis in operational research: A review. *European Journal of Operational Research*, 329(2), 355–377. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2025.05.023>
13. Frese, M., & Gielnik, M. M. (2023). The psychology of entrepreneurship: Action and process. *Annual Review of Organizational Psychology and Organizational Behavior*, 10, 137–164. <https://doi.org/10.1146/annurev-orgpsych-120920-055646>

MODERNIZATION OF A MACHINE FOR PACKAGING TABLETS INTO BLISTER PACKS

Babanova Olena

Senior Lecturer,
Department of Machines and Apparatus for Food and Pharmaceutical Productions
National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Beseda Sergii

Senior Lecturer,
Department of Machines and Apparatus for Food and Pharmaceutical Productions
National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Shevchenko Andrey

PhD, Associate Professor,
Department of Equipment and Engineering for Processing and Food Industries
State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

The pharmaceutical industry is one of the most important sectors of the modern economy, as it supplies the population with medicines necessary for maintaining and restoring health. One of the key tasks of pharmaceutical enterprises is to produce high-quality products while complying with safety, sterility, and production efficiency requirements. Given the growing volumes of pharmaceutical output, improving process equipment that ensures the continuity and efficiency of production processes is becoming increasingly important.

Tablets are the most common dosage form on the modern pharmaceutical market, accounting for more than 80% of total pharmaceutical production. The high demand for tablet-form medicines necessitates the use of modern, high-performance equipment for their packaging. Blister packaging is one of the most widespread methods of tablet packaging, as it protects the product from mechanical damage, moisture, light, and other external factors, while also facilitating the transportation and storage of finished products.

The purpose of modernizing the blister packaging machine for tablets is to increase productivity and reduce production losses, as well as to justify the technical and economic feasibility of the modernization.

To achieve this, a review of technological and design solutions for the equipment was conducted, and the process of manufacturing blister packaging was studied; a technical and economic feasibility study was developed, and research analyzing similar machines was presented [1; 2].

The blister machine examined in this work is distinguished by the fact that, to simplify maintenance, the conveyor is equipped with plates containing openings designed to form molding chambers when the plate is placed between the forming die

and the pressure plate, while the dies are installed between the conveyor branches with the capability of vertical reciprocating movement.

By comparing different types of blister machines, certain technical solutions were identified, aimed primarily at improving the quality of tablet packaging into blisters, simplifying machine maintenance, and increasing its productivity. The main way to increase the productivity of a blister machine is to increase the number of blisters cut simultaneously. Based on the results of the comparative analysis, it was decided that, in order to improve the machine under study, the orientation of the tablet rows should be changed to run parallel to the movement of the polyvinyl chloride (PVC) film.

The quality of blister packaging largely depends on the properties of the materials used in its manufacture. The main types of raw materials are PVC film, aluminum foil, and adhesive materials. Each of these materials performs a specific function in the packaging structure and determines its performance characteristics.

An important advantage of PVC film is its dimensional stability after forming, which allows blisters to be produced with high geometric accuracy. This is particularly important when packaging pharmaceuticals, medical devices, and small technical components.

The main function of blister packaging is to ensure reliable protection of products against mechanical damage, moisture, dust, atmospheric oxygen, ultraviolet radiation, and other adverse environmental factors. In addition, the transparent front part of the package allows visual inspection of the product without compromising the integrity of the packaging.

Finished blister packaging must ensure complete preservation of the product during transportation, loading and unloading operations, storage, and sale to the consumer. Thanks to the combination of high protective properties, ease of use, and attractive appearance, blister packaging is one of the most widespread types of modern consumer packaging.

The reliability of the blister machine, as well as the economic efficiency of its manufacture and operation, largely depends on the correct selection of materials. Within the scope of the study, materials were selected for those components that would subsequently be calculated according to the main performance criteria.

After conducting material strength tests and calculations, we selected the main structural material for the housing, forming plates, foil-and-PVC-film sealing plates, the work table, and other components [3; 4; 5].

The novelty of this work lies in the adoption of the following technical solutions: a new machine configuration is proposed, which will increase productivity by changing the orientation of the tablet rows on the PVC film to match the required line throughput.

The necessary machine calculations were performed, an automation diagram was created, procedures for installation, maintenance, and repair were developed, occupational safety measures were proposed, and technical and economic calculations were carried out, confirming the economic feasibility of implementing this modernization.

As a result of the study, a technical solution was proposed that involves changing the blister arrangement scheme and reorienting the tablet rows on the PVC film. This

made it possible to increase the number of blisters formed simultaneously and to nearly double the machine's productivity.

The conducted technical and economic feasibility study confirmed the advisability of implementing the proposed modernization, as it provides increased productivity without significantly complicating the equipment design and contributes to reducing production costs.

Thus, the stated goal of the work – increasing the productivity of the tablet blister packaging machine while reducing production losses – has been fully achieved. The proposed reorientation of the tablet rows relative to the movement of the PVC film, together with the corresponding modifications to the conveyor and forming plates, made it possible to increase the number of blisters formed simultaneously and to nearly double the overall productivity of the machine, without introducing significant complexity into its design. The technical and economic feasibility study confirmed that the modernization is cost-effective, as the gains in output are achieved with only moderate additional investment and without a substantial increase in operating expenses. Furthermore, the developed automation scheme and the procedures for installation, maintenance, and repair ensure that the modernized machine remains straightforward to operate and service, which further contributes to reducing downtime and overall production costs. Taken together, these results demonstrate that the proposed technical solutions are both technically sound and economically justified, and they can therefore be recommended for practical implementation at pharmaceutical enterprises seeking to improve the efficiency, reliability, and throughput of the tablet blister packaging process.

References

1. Havva, O.M., Kryvoplias-Volodina, L.O. & Tokarchuk, S.V. (2015). Funktsionalno-modulne proektuvannia pakuvalnykh mashyn: Monograph. Kyiv: Vydavnytstvo Stal. 547 p.
2. Yakymchuk, M. V., Havva, O.M., Bepalko, A.P., Kryvoplias-Volodina, L.O. & Tokarchuk, S.V. (2017). Proektuvannia pakuvalnoho obladnannia iz mekhatronnykh moduliv. Kyiv: Vydavnytstvo Stal. 515 p.
3. Emblem A. & Emblem H. (2012). Packaging Technology: Fundamentals, Materials and Processes. Woodhead Publishing Ltd. 595 p.
4. Lu, Daniel & Wong, C. P. (2016). Materials for Advanced Packaging (2nd ed.). Springer, 2016. 974 p. ISBN 3319450972.
5. Coles, R., McDowell, D. & Kirwan, M. J. (2003). Food Packaging Technology (Sheffield Packaging Technology). Blackwell Publishing Limited. 346 p. ISBN: 084939788X.

СУЧАСНІ АСПЕКТИ ЛІКУВАННЯ ОБОРОТНИХ ФОРМ ПУЛЬПИТУ В ПОСТІЙНИХ ЗУБАХ З НЕСФОРМОВАНИМИ КОРЕННЯМИ

Бунятян Христина Айказівна

к.мед.н., доцент кафедри дитячої стоматології
Дніпровський державний медичний університет
м. Дніпро Україна

Хотімська Юлія Володимирівна

к.мед.н., доцент кафедри дитячої стоматології
Дніпровський державний медичний університет
м. Дніпро Україна

Ключові слова: Оборотній пульпит, пульпотомія, трикальційсілікат.

Вступ: Правильне гігієнічне виховання дітей надзвичайно важливе. Кожного року 1/3 дітей не проходить стоматологічний огляд і не санується. У 2025 році цей показник наблизився до 1/2. Нашими дослідженнями встановлено, що тільки 19% дітей приходять у школу санованими. Інтенсивність відкладень зубного нальоту у віці 6 і 7 років збільшується, а, у свою чергу, до 8-9 років зменшується, це може бути пов'язано з появою у старших дітей мотивації до регулярних гігієнічних заходів. [1,2]. Стан гігієни ротової порожнини в дітей відіграє суттєву профілактичну роль у розвитку стоматологічних захворювань. Тому індивідуальна профілактика й особиста гігієна ротової порожнини є одним із ефективних методів попередження захворювань на карієс та його ускладнення[3-5]. Карієс та його ускладнення є найпоширенішою патологією дитячого віку. В Україні ураженість карієсом серед дітей досягає 60–99 %/ Наявність глибокої каріозної порожнини провокує запалення незрілої пульпи, що без своєчасного втручання призводить до некрозу та ураження періодонта[6-7]. Для оцінки частоти виявлення карієсу та його ускладнень у постійних зубах з несформованими кореннями було обстежено 107 школярів у віці 6-9 років. Згідно з нашими отриманими даними розповсюдження карієсу склало 70,8%, у свою чергу, пульпіти було виявлено у 22,9% дітей і тільки 6,3% склали періодонтити (рис.1). Це спричиняє передчасну втрату перших постійних молярів: до 9 років їх видаляють у 13 % дітей, а до 17 років — у 64 %, що є головним фактором розвитку зубощелепних аномалій.

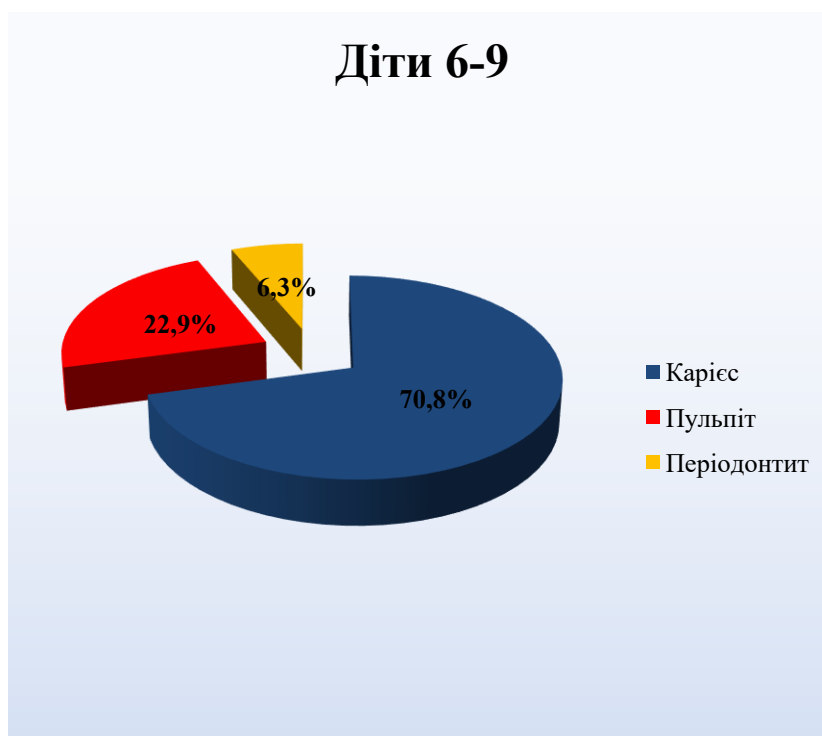


Рисунок 1. Частота виявлення карієсу, пульпітів і періодонтитів у дітей 6-9 років

У період формування зуба відсутнє чітке структурне диференціювання тканин пульпи. Наявність колатерального кровообігу створює умови для високої життєздатності незрілої пульпи та відтоку екссудату, що нерідко зумовлює безсимптомний перебіг пульпіту. Збереження життєздатності кореневої пульпи є критичним для забезпечення апексогенезу — подальшого росту кореня у довжину та потовщення його стінок. Відповідно до цього на заключних етапах формування кореневої системи спостерігається значне скорочення співвідношення між зворотними та незворотними формами пульпіту (рис. 2).

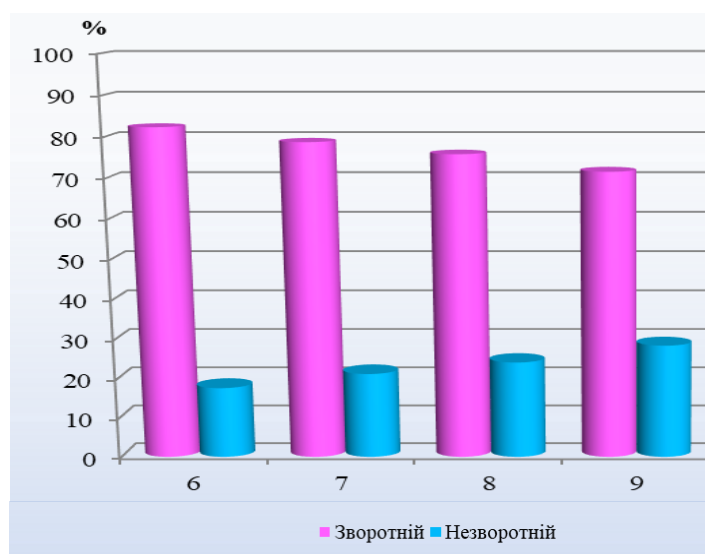


Рисунок 2. Частота оборотних та необоротних форм пульпіту дітей 6-9 років.

Мета дослідження: підвищення ефективності лікування оборотних форм пульпіту постійних зубів з несформованими коренями шляхом проведення вітальної пульпотомії із застосуванням трикальцій-силікатного цементу.

Матеріали та методи. Обстежено та проведено лікування 36 дітей із оборотними формами пульпіту перших постійних молярів з несформованими коренями. Пацієнти були розподілені на дві групи:

1-ша група: 16 дітей віком 6–7 років (етап росту кореня в довжину);

2-га група: 20 дітей віком 8–9 років (етап несформованої верхівки).

Клінічна картина в обох групах характеризувалася болем від холодного тривалістю 4–7 хвилини, який проходив після усунення подразника. На діагностичних рентгенограмах зміни в періапикальних тканинах були відсутні.

Протокол лікування включав: інфільтраційну анестезію (Ubistesin 4 %), ізоляцію коффердамом, препарування каріозної порожнини, глибоку ампутацію пульпи та промивання 0,9 % розчином NaCl. Після фізіологічного гемостазу (5 хвилин) ампутовану пульпу покривали трикальцій-силікатним цементом (твердіння 12 хвилин) і виконували одноетапну реставрацію світлотверднучим композитом із бондинговою системою «self-etch».

Результати. У перші дні після маніпуляції скарги у дітей обох груп були відсутні. Динамічний рентгенологічний контроль зафіксував утворення дентинного містка (твердотканинного бар'єра) у різні терміни залежно від стадії розвитку кореня:

У 1-й групі (ріст кореня в довжину) дентинний місток виявлявся на 18–20-й день після лікування.

У 2-й групі (несформована верхівка) дентинний місток візуалізувався раніше — на 10–14-й день.

Висновки:

1. Трикальцій-силікатний цемент володіє високою біосумісністю, забезпечує асептичні умови та стимулює процеси апексогенезу й апексфікації.

2. Вітальна пульпотомія сприяє диференціації мезенхімальних клітин і фібробластів в одонтобласти з подальшим утворенням колагенових волокон та їх мінералізацією у фибродентин.

3. Швидкість формування твердотканинного бар'єра безпосередньо залежить від вихідної стадії формування кореневої системи.

Список літератури

1. American Academy of Pediatric Dentistry. Guideline for use of vital pulp therapy in permanent teeth. *Pediatr Dent*. 2025;47(5):299-311.

2. Duncan HF, Kirkevang LL, Peters OA, El-Karim I, Krastl G, Del Fabbro M, et al. Treatment of pulpal and apical disease: the European Society of Endodontology (ESE) S3-level clinical practice guideline. *Int Endod J*. 2023;56 Suppl 3:238-295. doi:10.1111/iej.13974.

3. American Academy of Pediatric Dentistry. Pulp therapy for primary and immature permanent teeth. *The Reference Manual of Pediatric Dentistry*. Chicago, IL: American Academy of Pediatric Dentistry; 2025. p.487-496.
4. Chen Y, Chen X, Zhang Y, Zhou F, Deng J, Zou J, et al. Materials for pulpotomy in immature permanent teeth: a systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health*. 2019;19:227. doi:10.1186/s12903-019-0917-z.
5. Immich F, de Oliveira da Rosa WL, Rossi-Fedele G, de Araújo LP, Piva E. Premixed calcium silicate-based materials for pulpotomy outcomes in permanent and deciduous teeth: a systematic review and meta-analysis of clinical trials. *Clin Oral Investig*. 2025;29(11):514. doi:10.1007/s00784-025-06513-z.
6. Galler KM, Krastl G, Simon S, Van der Sluis L, Lambrechts P, Meschi N, et al. European Society of Endodontology position statement: revitalization procedures. *Int Endod J*. 2016;49(8):717-723. doi:10.1111/iej.12629.
7. Torabinejad M, Chivian N. Clinical applications of mineral trioxide aggregate. *J Endod*. 1999;25(3):197-205. doi:10.1016/S0099-2399(99)80042-0.

РАБДОМІОЛІЗ У ВЖИВАЧІВ ПСИХОТРОПНИХ РЕЧОВИН

Кріштафор Артур Анатолійович,
доктор медичних наук, професор

Єхалов Василь Віталійович,
кандидат медичних наук., доцент

Минка Надія В'ячеславівна,
доктор філософії, асистент
Дніпровський державний медичний університет,
м. Дніпро, Україна

Одним із потенційних побічних ефектів, які пов'язані із використанням наркотичних речовин та зловживанням певними рецептурними препаратами, є спричинений психотропними засобами нетравматичний рабдоміоліз [1].

Незважаючи на те, що описано щонайменше 150 ліків та токсинів, які можуть призвести до рабдоміолізу, рекреаційні наркотики та алкоголь наразі визнані його найпоширенішими причинами. Відомо багато факторів, які сприяють розвитку рабдоміолізу, включаючи судоми, збудження або агресію, іммобілізацію, надмірну м'язову активність, гіпо- або гіпертермію, а також потенційно прямі токсичні ефекти, пов'язані з такими речовинами [2]. Психоактивні речовини після вживання впливають на свідомість, мислення, емоції, настрій та поведінку та розподіляються на депресанти центральної нервової системи (етанол, опіоїди, канабіс), стимулятори центральної нервової системи (амфетаміни, кокаїн), галюциногени (диетиламід лізергінової кислоти) та емпатогени (екстазі). Нудота, блювання, тривога та сонливість є найпоширенішими побічними ефектами психоактивних препаратів, але у зловживачів нерідко спостерігаються серйозні стани, такі як психоз, делірій, судомний синдром, кардіотоксичність, тяжке ураження легень та гостре пошкодження нирок (ГПН) внаслідок рабдоміолізу [3]. Механізм рабдоміолізу при гострій токсичності рекреаційних наркотиків є варіабельним - деякі препарати мають прямий міоцитотоксичний вплив, тоді як інші здатні підвищувати фізичну активність до шкідливого рівня, викликати ішемію внаслідок артеріальної вазоконстрикції та провокувати судоми або гіпертермію. Сп'яніння при вживанні депресантів також може призвести до рабдоміолізу внаслідок тривалого стискання та ішемічного пошкодження тканин [1,2].

Діагноз нетравматичного рабдоміолізу ґрунтується на клінічному анамнезі та специфічних лабораторних дослідженнях. Фізикальне обстеження часто не дає жодних результатів, оскільки вогнищева або дифузна м'язова болючість або набряк є рідкісною знахідкою. Сеча бурого кольору свідчить про міоглобінурію

та потребує подальшого обстеження. Діагноз підтверджується підвищенням у сироватці крові рівнів унікальних для міоцитів внутрішньоклітинних білків [1].

Рабдоміоліз - поширений клінічний стан, що характеризується пошкодженням міоцитів та вивільненням до екстрацелюлярного простору внутрішньоклітинного вмісту, до якого входять креатинфосфокіназа (КФК), лактатдегідрогеназа, альдолаза, міоглобін, пурини, калій та фосфати. Креатинфосфокіназа присутня в міоцитах у великій кількості. Це фермент, який каталізує перетворення креатинфосфату на креатин та переносить високоенергетичний фосфатний зв'язок на аденозиндифосфат (АДФ) з утворенням аденозинтрифосфату (АТФ) [1,4].

При рабдоміолізі рівень креатинфосфокінази зазвичай підвищується, можуть виявлятися м'язовий біль та міоглобінурія. Аномальні значення активності КФК спостерігаються майже в половині випадків звернення до відділень невідкладної допомоги після гострої інтоксикації рекреаційними наркотиками, клінічні ознаки якої свідчать про пошкодження м'язів, але тяжкий рабдоміоліз зустрічається набагато рідше. У більшості вживачів наркотичних речовин було визначено помірний рабдоміоліз, і лише у 2,4% виникав тяжкий стан [3].

Розподіл за шкалою тяжкості отруєння наступний: 1) відсутність рабдоміолізу (КФК нижче 250 Од/л); 2) незначний рабдоміоліз (КФК 251 - 1500 Од/л); 3) помірний рабдоміоліз (КФК 1501–10 000 Од/л); 4) тяжкий рабдоміоліз (КФК вище 10 000 Од/л). Слід зазначити, що тяжкість рабдоміолізу не обов'язково має відповідати тяжкості отруєння та варіюється від безсимптомного підвищення рівня м'язових ферментів у сироватці крові до станів, що загрожують життю [2,3]. Ризик розвитку ГПН при рабдоміолізі залежить від багатьох факторів, зокрема від гіперкаліємії, гіперфосфатемії, гіпокальціємії, дегідратації, ацидозу, сепсису, зменшення внутрішньосудинного об'єму рідини та порушення кліренсу міоглобіну. Хоча точний механізм розвитку ГПН при рабдоміолізі до кінця не з'ясований, запропоновані механізми включають: (1) механічне пошкодження каналців внаслідок преципітації міоглобіну, (2) пряму токсичну дію вільного хелатного заліза на каналці та (3) гіповолемію. Примітно, що ступінь вивільнення міоглобіну в кров корелює як з рівнем креатинкінази в сироватці крові, так і з тяжкістю ГПН [5]. Спостерігається позитивний зв'язок між концентрацією креатиніну та тяжкістю рабдоміолізу. Це відоме явище, оскільки як КФК, так і креатинін є продуктами пошкодження м'язів. Однак медіанна концентрація креатиніну була підвищена лише у пацієнтів з активністю КФК > 10 000 Од/л [6]. Не було виявлено суттєвої кореляції між значеннями активності КФК у досліджуваних когортах та кількістю препаратів (самостійно повідомлених або протестованих), що приймав пацієнт [2].

Рутинне дослідження сечі на міоглобін та вимірювання рівня креатинкінази в сироватці крові в цій групі пацієнтів дозволяє виявляти прихований рабдоміоліз [1]. При вмісті міоглобіну в крові до 92 мкг/л він вільно фільтрується клубочками та реабсорбується в каналцях в кислому середовищі з утворенням нерозчинного комплексу, який спричиняє обтурацію ниркових каналців. Нирковий поріг для сироваткового міоглобіну дорівнює 150 - 170 мкг/л. З

причини низької молекулярної маси міоглобін швидко вивільняється після пошкодження м'язів та вважається раннім маркером рабдоміолізу. Тестування сечі на вільний міоглобін за допомогою тест-смужки проявляє чутливість понад 80% [6]. Хоча класична тріада м'язової слабкості, міалгії та темної сечі вказує на рабдоміоліз, одночасне спостереження всіх трьох симптомів трапляється рідко [5].

Найвища частота виникнення рабдоміолізу спостерігається при героїновій інтоксикації (33,1%), далі йдуть амфетаміни (17,5%), кокаїн (15,4%), трамадол (10,0%), метадон (9,3%), синтетичні канабіноїди (6,0%), опіюїди (5,1%), метанол (1,1%) та етанол (1,7%), інші психоактивні речовини (0,8%). У родині амфетамінів сукупна оцінка рабдоміолізу для метамфетаміну становила 50,3%, для амфетаміну – 26,9%, а для екстазі – 22,8% [3,7].

Порівняно з підгрупою з мультиінтоксикацією, сукупний розмір ефекту виникнення рабдоміолізу був вищим у підгрупі з моноінтоксикацією, за винятком синтетичних канабіноїдів (6,1% проти 13,2%) та амфетамінів (24,1% проти 31,6%) [3]. У осіб, які зловживають героїном, зустрічається широкий спектр неврологічних ускладнень, що вражають як центральну (ЦНС), так і периферичну нервову систему (ПНС). Ураження ЦНС включають гіпоксію мозку та судоми, трансмісивну губчасту лейкоенцефалопатію, інсульт та мієлопатію, тоді як ураження ПНС зазвичай проявляється як компресійна нейропатія або вогнищевий рабдоміоліз. Окремі дослідження виявили імунологічні причини розвитку рабдоміолізу. Також механічна травма вважається потенційним механізмом вогнищового пошкодження судин/ нервів та локалізованого рабдоміолізу в осіб, які зловживають наркотичними анальгетиками [3].

Другий за величиною ефект рабдоміолізу в пацієнтів відділення інтенсивної терапії спостерігався при інтоксикації амфетамінами [8]. Етіологію індукованого амфетамінами рабдоміолізу традиційно пояснюють збудженням та/ або фізичним обмеженням з інтенсивним ізометричним скороченням м'язів. Однак багато пацієнтів, які вживають амфетаміни, не відчують збудження або обмеження, але страждають від рабдоміолізу. Деякими з непрямих механізмів та кофакторів є гендерні відмінності (чоловіки мають вищий ризик), поліморфізми моноамінових рецепторів, одночасне введення кокаїну та седативних препаратів, судоми, сепсис та індукований ліками гіпертермічний синдром. Гіпертермія є основною токсичною реакцією на амфетаміни, яка може призвести до рабдоміолізу, гіпотензії, дисемінованого внутрішньосудинного згортання крові (ДВЗ) та ГПН. Гіпертермія виникає в результаті складної взаємодії між серотоніном, дофаміном, норадреналіном та умовами навколишнього середовища. Висока частота рабдоміолізу може бути обумовлена тривалою гіпоксією [3,7,9].

Кокаїн-асоційований рабдоміоліз являє собою складне клінічне явище з багатофакторною патофізіологією. Часто описуються три основні механізми: інтенсивна вазоконстрикція, що призводить до ішемії м'язів, пряма міотоксичність від кокаїну та його метаболітів, а також катехоламін-індуковані

гіперадренергічні стани, що підвищують м'язову активність та виснаження енергії. Ці механізми часто взаємодіють синергічно, спричиняючи поширене пошкодження м'язів [7]. Пов'язане із вживанням кокаїну гостре пошкодження нирок спричиняється звуженням судин або тромбозом ниркових судин, тяжкою гіпертензією, тромботичною мікроангіопатією, інтерстиційним нефритом або гломерулонефритом. Відомі фальсифікатори кокаїну, такі як протигельмінтний засіб левамізол, здатні спричиняти системний васкуліт, асоційований з антинейтрофільними цитоплазматичними антитілами, що також слід враховувати при пов'язаному із вживанням симпатоміметиків ураженні нирок [10].

Зловживання бензодіазепінами є поширеним явищем, що є другою за поширеністю категорією передозування наркотиків у дорослих пацієнтів у розвинених країнах. Флурбромазолам і клоназолам є високопотужними дизайнерськими бензодіазепінами класу тριαзол-бензодіазепінів, подібними до алпразоламу та тріазоламу. Їх використання демонструє потенційну небезпеку зловживання дизайнерськими бензодіазепінами, включаючи тривалу седацію, синдром відміни депресантів, можливі судоми та тяжкий рабдоміоліз з гострим ураженням центральної нервової системи [11].

Було визначено, що особи, які мали в анамнезі вживання незаконних наркотиків або зловживання алкоголем, більш схильні до ГПН [12]. Частота виникнення ГПН внаслідок рабдоміолізу варіюється від 10% до 59% [2].

Дослідниками нашої кафедри було вивчено випадки розвитку рабдоміолізу при різних патологічних станах та визначено провідні напрямки лікування цього небезпечного стану. Запобігання ГПН полягає у швидкій внутрішньовенній регідrataції, підтриманні діурезу на рівні не менше 100 мл на годину. У таких пацієнтів слід уникати значного перевантаження рідиною. Своєчасна корекція гіпотензії здатна запобігти розвитку ГПН та прискорити відновлення. Цільовим значенням середнього артеріального тиску вважається 65 мм рт. ст. [13].

Збалансовані кристалоїдні розчини мають перевагу перед 0,9 % розчином натрію хлориду в плані зниження рівня смертності. Застосування синтетичних колоїдів обмежене через підвищення ризику виникнення необхідності проведення ЗНТ. Штучні колоїди не мають переваг перед кристалоїдами при ГПН, окрім випадків значного дефіциту об'єму циркулюючої крові. Для корекції гіповолемії при вазоплегії окрім інфузійних розчинів для поновлення серцевого викиду використовуються інотропні та вазопресорні препарати. Як вазопресор першої лінії при ГПН рекомендується норадреналін [14].

Лікування гіперкаліємії включає стабілізацію клітинної мембрани міоцитів, переміщення калію до внутрішньоклітинного простору та виведення його надлишків з організму. Тому лікування повинно включати введення кальцію глюконату та β 2-агоністів. Ефективність катіонообмінних смол для запобігання гіперкаліємії у пацієнтів з ГПН достатньою доказовою базою не підтверджена [13].

У пацієнтів з гіпонатріємією та ознаками виснаження позаклітинного об'єму рідини (зниження тургору шкіри, гіпотензія, підвищення гематокриту) може

розвиватися дефіцит солей в речовині головного мозку. Корекцію гіпонатріємії в таких випадках треба проводити поступово.

Метаболічний ацидоз часто визначається при ГПН, однак рідко вимагає специфічного лікування, за винятком випадків тяжкого перебігу. Попередні рекомендації про необхідність досягнення лужної реакції сечі при рабдоміолізі наразі спростовані. Внутрішньовенне введення розчинів бікарбонату натрію може бути застосованим на основі відповідних вимірювань *pH* сечі та крові. *pH* крові нижче 7,2 є показанням до введення препарату до нормалізації *pH* (але не припускаючи розвитку алкалозу) та газів артеріальної крові [14].

Не варто чекати лабораторного підтвердження перш ніж починати лікування міоглобінурії. Якщо сеча пацієнта темно-червона (без наявності еритроцитів) або бура, це означає, що в сечі є гемохромогени.

У разі олігурії можна призначати манітол. Осмотичний діуретик маніт поглинає вільні радикали, що утворюються двовалентним залізом у гемоглобіні, збільшує діурез і тим самим вивільняє внутрішньоклітинні компоненти, що ушкоджують нирки, а також створює градієнт для виведення накопиченої в пошкоджених м'язових тканинах рідини. В певних ситуаціях міоглобінурію можна лікувати введенням стартового болюсу 25 г маніту в дорослих або 0,5 г/кг у дітей. Після того як сеча очиститься від пігменту за цим болюсом наслідують крапельне введення препарату зі швидкістю до 0,5 г/кг/год. Нормалізації рівня вільного гемоглобіну можна досягнути невдовзі тільки за умов адекватної рідинної ресусцитації та підтримання діурезу на рівні 50 - 70 мл/год. Проте якщо достатній діурез не було поновлено протягом 30 хвилин, введення маніту треба припинити для запобігання розвитку синдрому «вторинного набряку» («рикошету», «віддачі»). Осмотичний діурез манітолом (який зменшує відкладення міоглобіну, є поглиначем вільних радикалів та нирковим вазодилатором) та підлужування сечі бікарбонатом натрію (мінімізує розпад міоглобіну до нефротоксичних метаболітів, зменшує каналцеве викристалізовування сечової кислоти) рекомендуються як допоміжні методи, проте це не підтверджено переконливими доказами [15].

Петльові діуретики (фуросемід) доцільно призначати якщо пацієнт незважаючи на достатнє надання рідини для збільшення діурезу та зменшення ризику преципітації міоглобіну залишається в стані олігурії. Салуретики не настільки ефективні для вимивання міоглобіну з сечі як осмотичні діуретики, тому наразі при явищах рабдоміолізу вони застосовуються виключно для лікування гіперволемії та не мають інших показань в інтенсивній терапії ГПН [13].

Єдиним ефективним методом лікування пацієнтів з ГПН із підвищенням рівнів креатиніну та калію є замісна ниркова терапія (ЗНТ). Одним з найпоширеніших методів екстракорпоральної детоксикації є гемодіаліз, але загальновідомо, що монозастосування цього методу не сприяє виведенню вільного гемоглобіну з циркулюючої плазми [6,13].

Використання високопотоків мембран оптимізує кровотік та ефективність гемодіалізу, збільшуючи кліренс більших розчинених речовин, але їх порогове

значення 10 - 20 кДа залишається фактором обмеження. Мембрани з високим пороговим значенням (65 кДа) демонструють значний потенціал фільтрації міоглобіну, при цьому швидкість очищення крові зростає у п'ять та більше разів. Проте використання мембран з більшими розмірами пор не позбавлене недоліків, тобто небажаної втрати білків плазми, таких як альбумін (молекулярна маса 67 кДа), що здатне призвести до гемодинамічної нестабільності та вимагати заміщення альбуміну.

Окремі дослідження свідчать про доцільність раннього використання новітніх мембран для апаратів «*Prismaflex*» (AN69 ST150) для виведення міоглобіну. Наразі для цього запропоновано застосування нових адсорберів цитокінів. Нині проводиться проспективне рандомізоване контрольоване дослідження з цього питання [14,15].

Безперервна вено-венозна гемодіфільтрація є загальноприйнятим допоміжним заходом для очищення кровообігу від вільного міоглобіну. Поєднання режимів дискретної вено-венозної гемодіфільтрації та подовженої вено-венозної гемодіфільтрації здатне забезпечити зниження азотемії, вмісту продуктів рабдоміолізу гіперкаліємії та ознак цитолітичного синдрому [15]. Було виявлено 7% рівень смертності серед вживачів психоактивних препаратів з рабдоміолізом, причому найвища частота смерті пов'язана з отруєнням метадоном, трамаолом та бензодіазепінами відповідно [5].

Клініцисти повинні передбачати це ускладнення, контролювати рабдоміоліз, особливо у відділенні інтенсивної терапії, та запроваджувати відповідні протоколи лікування рабдоміолізу на ранніх стадіях клінічного перебігу захворювання пацієнта [3].

Список літератури

1. Richards JR, Mefford JM, Patel JJ, et al. The association between cocaine use detected on drug screening and rhabdomyolysis. *Toxicology Communications*, 2020; 4(1): 18-24. doi: <https://doi.org/10.1080/24734306.2020.1752536>
2. Waldman W, Kabata PM, Dines AM, et al. Rhabdomyolysis related to acute recreational drug toxicity-A Euro-DEN study. *PLoS One*. 2021 Mar 11;16(3):e0246297. doi: 10.1371/journal.pone.0246297.
3. Amanollahi, A., Babeveynezhad, T., Sedighi, M. et al. Incidence of rhabdomyolysis occurrence in psychoactive substances intoxication: a systematic review and meta-analysis. *Sci Rep*. 2023; 13:17693. doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-45031-4>
4. Finsterer J, Mehri S. Let's not blame cocaine as a cause of rhabdomyolysis until all other causes have been ruled out. *Radiol Case Rep*. 2022 Dec 7;18(2):727-728. doi: 10.1016/j.radcr.2022.11.035.
5. Eghbali F, Owliaey H, Shirani S, et al. Rhabdomyolysis in Patients with Drug or Chemical Poisoning: Clinical Investigation and Implications. *Iran J Med Sci*. 2025 Jul 1;50(7):455-463. doi: 10.30476/ijms.2024.103681.3700.
6. Krishtafor DA, Klygunenko OM, Kravets OV, Yekhalov VV, Stanin DM. *Dinamika biokhimichnikh markeriv rabdomiolizu pri politravmi*. [Dynamics of

biochemical markers of rhabdomyolysis in multiple trauma]. *Emergency Medicine (Ukraine)*. 2022;18(5):17-22. Ukrainian. doi: <https://doi.org/10.22141/2224-0586.18.5.2022.1506>.

7. Adiat M, Nafees S, Kumar V, et al. Cocaine-Induced Rhabdomyolysis With Acute Kidney Injury in the Absence of Serotonin Syndrome: A Case Report. *Cureus*. 09 January 2026; 18(1): e101177. doi:10.7759/cureus.101177.

8. Doyle AJ, Meyer J, Breen K, Hunt BJ. N-Methyl-3,4-methylenedioxymethamphetamine (MDMA)-related coagulopathy and rhabdomyolysis: A case series and literature review. *Res Pract Thromb Haemost*. 2020 Jun 14;4(5):829-834. doi: 10.1002/rth2.12360.

9. Marco CA, Gupta K, Lubov J, et al. Hyperthermia associated with methamphetamine and cocaine use. *Am J Emerg Med*. 2021 Apr;42:20-22. doi: 10.1016/j.ajem.2020.12.083.

10. Brown H, Pollard KA. Drugs of Abuse: Sympathomimetics. *Crit Care Clin*. 2021 Jul;37(3):487-499. doi: 10.1016/j.ccc.2021.03.002.

11. Noe G, Shah K, Quattlebaum T, Munjal S. Rhabdomyolysis in the Context of Designer Benzodiazepine Misuse. *Cureus*. 2023 Dec 18;15(12):e50741. doi: 10.7759/cureus.50741.

12. Lugo-Fagundo E, Lugo-Fagundo C, Weisberg EM, Fishman EK. CT of rhabdomyolysis as a sequela of drug abuse. *Radiology Case Reports*. December 2022;17(12): 4727-4729. doi: <https://doi.org/10.1016/j.radcr.2022.09.035>

13. Dubyna VM, Kravets OV. Vpliv politravmi z rhabdomyoliz-indukovanim gostrim poshkodzhenniam nirok na funktsionalniy stan osnovnikh sistem organizmu [The effect of multiple trauma with rhabdomyolysis-induced acute kidney injury on the functional state of main body systems]. *Emergency Medicine (Ukraine)*. 2024;20(5):351-5. Ukrainian. doi: 10.22141/2224-0586.20.5.2024.1734.

14. Dubyna VM, Kravets OV. Podovzhena veno-venozna gemodiafiltratsiya pri politravmi z gostroyu nirkovoyu nedostatnistyu. [Continuous veno-venous hemodiafiltration in multiple trauma with acute renal failure]. *Pain Anaesth Intensive Care*. 2024;3(108):38–43. Ukrainian. doi:10.25284/2519-2078.3(108).2024.310499.

15. Dubyna VM, Kravets OV. Vpliv diskretnoi veno venoznoi gemodiafiltratsii na perebig gastroi nirkovoï nedostatnosti u postrazhdalikh z politravmoyu. [The influence of intermittent venovenous hemodiafiltration on the course of acute kidney injury in multiple trauma victims]. *Emergency Medicine (Ukraine)*. 2024;20(7):626-31. Ukrainian. doi:10.22141/2224-0586.20.7.2024.1782.

ОСОБЛИВОСТІ АНЕСТЕЗІЇ В СТОМАТОЛОГІЇ У ВЖИВАЧІВ ПОХІДНИХ КОНОПЕЛЬ

Романюта Інна Анатоліївна,
кандидат медичних наук., доцент,

Єхалов Василь Віталійович,
кандидат медичних наук., доцент
Дніпровський державний медичний університет,
м. Дніпро, Україна

В усьому світі канабіс займає перше місце в списку вживаних наркотичних засобів: 219 мільйонів людей на планеті вживають марихуану, що складає близько 4% дорослого населення.

Гостре передопераційне вживання канабісу пов'язане із помірним підвищенням ризику периопераційних ускладнень та смертності при великих стоматологічних втручаннях [1]. Серед канабіноїдів рослинного походження (фітоканабіноїдів) є три основні сполуки: Δ^9 -тетрагідроканабінол (ТГК), канабінол (КБ) і канабідіол (КБД). Канабіс потенційно здатний взаємодіяти з препаратами, які традиційно використовуються для анестезії, що може бути небезпечним для життя. Вирішальне значення для лікарської бригади мають обставини, що виправдовують відстрочення операції [2]. В якості профілактичного заходу пропонується зачекати із початком анестезії та операції доки гострий вплив канабісу не зменшиться [3]. Пацієнти із симптомами гострого отруєння канабісом частіше мають проблеми із виходом з наркозу ніж ненаркозалежні особи. В пацієнтів, які мають стенокардію в анамнезі, важливо дослідити функціональну здатність серця поза нападом стенокардії під час вживання канабісу. У хворих із підвищеним ризиком ішемічної хвороби серця існує ризик розвитку інфаркту міокарду в першу годину після вживання канабісу, тому навіть ургентні втручання за можливості бажано відкласти щонайменше на одну годину [1]. Сучасними консенсусами пропонується зменшити дози вживання канабіноїдів за тиждень до операції до менш ніж 1,5 г/день курильного канабісу, 300 мг/день олії КБД або 20 мг/день олії ТГК, водночас застерігаючи від вживання за день до оперативного втручання та рекомендуючи обмежувати споживання протягом 6 днів після планової операції [3]. Загальний консенсус полягає в тому, щоб зачекати щонайменше 72 години від останнього вживання канабісу до стоматологічного лікування з анестезією, щоб зменшити ймовірність взаємодії ліків [2,5,6].

Канабіс виводиться з організму дуже повільно, його період напіврозпаду в тканинах становить приблизно 7 діб. Канабіноїди добре розчиняються в жирах. Це обумовлює їх повільне вивільнення до кровотоку, до того ж одноразова доза цілком не виводиться протягом 30 діб. Це означає тільки те, що кумулятивна доза канабіноїдів внаслідок утримання від вживання може дещо зменшитися, але

проблема залишиться, навіть якщо не брати до уваги можливість розвитку синдрому відміни. Сучасні рекомендації міждисциплінарної мережі «Периопераційний біль та залежність» передбачають в канабіс-залежних пацієнтів, у яких операція планується менш ніж через 1 добу, відсутність обмежень його вживання через ризик синдрому відміни та посилення тривоги або болю [3,5].

Канабіс-залежні особи входять до групи ризику розвитку тромбозу глибоких вен, тромбоемболічних ускладнень, інсультів, інфаркту міокарду та зростання периопераційної смертності. Марихуана може мати й антигемостатичну дію. Вживання канабісу паралельно з непрямыми антикоагулянтами (варфарином) та інгібіторами агрегації тромбоцитів (клопідогрелем) призводить до надтерапевтичного зростання міжнародного відношення (МНВ) та важких кровотеч [1,2,7], тому призначення цих препаратів перед операцією треба припинити, а профілактику тромбоемболічних ускладнень доцільно проводити прямими антикоагулянтами під ретельним контролем коагулограми та МНВ [1].

Виражену тахікардію через вживання марихуани перед операцією слід контролювати β -адреноблокаторами (лабеталолом, пропранололом або есмололом). Канабіноїди здатні посилювати седативну дію препаратів [8]. Похідні конопель викликають відчуття спокою, розслаблення та ейфорії, але може спричинитися й протилежна реакція у вигляді неконтрольованої тривоги, що здатна перейти в панічну атаку [3]. Коли канабіс поєднується з седативними препаратами (снодійними або бензодіазепінами), спостерігається підвищений рівень седації. При одночасному прийомі зі стимуляторами ЦНС (амфетаміном або кокаїном) можливе посилення симпатомиметичної дії цих препаратів. Балакучість, тривожність та транзиторні психотичні епізоди можна контролювати за допомогою бензодіазепінів або антипсихотичних засобів [9].

При канабіноїдному сп'янінні під час стоматологічних процедур спостерігається різке парадоксальне виділення слини, особливо коли як загальний анестетик використовується пропофол [10]. Введення атропіну для премедикації у вживачів канабісу може спричинити виражену тахікардію та парадоксальне збудження [8,9]. В пацієнтів із гострим вживанням марихуани в анамнезі слід дотримуватися особливої обережності при застосуванні інтраопераційних симпатоміметиків та β -блокаторів через потенційне пригнічення цитохрому *P450*. Пацієнти повинні перебувати під ретельним інтраопераційним моніторингом щодо ознак нестабільності гемодинаміки, інфаркту міокарду або інсульту [1].

У випадку вживання зілля менш ніж за добу до операції доцільно розглядати такого пацієнта як хворого із повним шлунком [3,9]. Споживачі марихуани також можуть страждати від синдрому гіперемезії [11]. Протиблювотна терапія в них зазвичай малоефективна, хоча повідомлялося про успішне лікування бутирофенонами (галоперидолом або дроперидолом) [3].

Споживання канабісу пов'язане з невідповідною гігієною порожнини рота, карієсом, ксеростомією та пародонтозом, що може мати негативні наслідки для дихальних шляхів. Перед інтубацією трахеї слід провести оцінку ризику,

зосередивши увагу на ймовірному набряці тканин та потенційно підвищеному опорі нижніх дихальних шляхів [11]. Треба бути готовим до важкої інтубації трахеї внаслідок гіперреактивності, іритації, гіперсалівації, гострого набряку та обструкції дихальних шляхів [1,8,9,11]. Преоксигенація проводиться обов'язково. Доцільно розглянути можливість введення дексаметазону [8] та додання до сальбутамолу метилпреднізолону в пацієнтів із частково оборотною обструкцією дихальних шляхів із метою зменшення рефлексорної бронхоконстрикції при інтубації трахеї [1].

Гіпотермія та дрижання досить часто спостерігаються в споживачів канабісу після пробудження від наркозного сну. Такі пацієнти здебільшого натще мають нижчий рівень глюкози крові, ніж ненаркозалежні особи [12]. Збільшення ЧСС, гіпоксемія, дисбаланс доставки та споживання кисню, ішемія міокарду та ацидоз є добре відомими патофізіологічними наслідками тремтіння. Збіг цих обставин може призвести до розвитку гіпоглікемічної коми. Запобіжним та лікувальним заходом може слугувати призначення сибазону або римонабанту.

У споживачів канабісу знижене слюзоутворення, спостерігаються ін'єкція кон'юнктиви та зниження внутрішньоочного тиску, що в сукупності сприяє підсиханню рогівки [9,11]. При загальному знеболенні в цієї категорії пацієнтів доцільно покривати очі зволженими 0,9% розчином натрію хлориду бавовняними серветками. Спільним механізмом дії для загальних анестетиків і канабіноїдів є модуляція ГАМК, отже, можна очікувати їх фармакологічної взаємодії. Інтраопераційне лікування курців марихуани ускладнюється взаємодією канабісу із загальними анестетиками, тому необхідний моніторинг глибини анестезії з причини ризику інтраопераційної гемодинамічної нестабільності [11]. Найбільш клінічно значущими є адитивні фармакодинамічні взаємодії при одночасному застосуванні канабісу та інших агентів із подібними ефектами [2]. При плануванні анестезії слід враховувати гостру інтоксикацію канабісом та його хронічне вживання, оскільки пацієнтам із гострим наркотичним сп'янінням можуть знадобитися менші дози препаратів для анестезії, але вихід з наркозу буде значно тривалішим, ніж поза гострою інтоксикацією [3].

Для анестезіологічного забезпечення термінових оперативних втручань в пацієнтів з гострою канабіноїдною інтоксикацією рекомендується використання мультимодального підходу до периопераційного знеболення із залученням ацетамінофену та НПЗП або специфічного інгібітора ЦОГ-2 у поєднанні із місцевою або регіонарною технікою знеболювання, якщо це можливо в даній ситуації. Канабіноїди потенціюють дію целекоксибу та впливають на метаболізм ацетамінофену [3], описано кілька випадків ураження печінки при їх одночасному тривалому вживанні [11].

В пацієнтів з регулярним споживанням канабісу перевага надається регіонарним методам анестезії. Стоматологічне лікування в них супроводжується тривожним станом, дисфорією та параноєю, які пов'язані із спотвореним відчуттям сприйняття, маячною стосунку та підвищеною сенсорною сприйнятливостю [3]. Додавання адреналіну до розчину місцевого

анестетика в таких пацієнтів протипоказане, оскільки це може спричинити виражену тахікардію [3,8]. На фармакодинаміку та кліренс бупівакаїну/ропівакаїну впливає активність ферментів цитохрому *P450*, яка залежить від подразнення канабіноїдних рецепторів [7], вплив канабісу на ізофермент цитохрому *P450 3A4 (CYP3A4)* метаболізує лідокаїн, що вимагає відповідної корекції дози.

Кілька досліджень повідомляють про посилення ефектів інгалаційних агентів на тваринних моделях після введення синтетичних канабіноїдів [11]. Експериментальні дослідження довели зниження мінімальної альвеолярної концентрації (МАК) галотану на 58%, а севофлурану – на 26% при попередньому введенні 2 мг/кг ТГК. Інше дослідження продемонструвало зниження МАК для севофлурану за умови внутрішньочеревного введення лабораторним тваринам морфіну в дозі 5 мг/кг одночасно з канабіноїдами. Введення ТГК до шлунку в дозі 10 мг/кг маси тіла значно знижує МАК севофлурану в тварин, які раніше не отримували канабіноїдів [11]. Тобто виникає пов'язана зі споживанням канабісу висока толерантність до інгалаційних анестетиків, таких як ізофлуран і севофлуран [1,13]. Середній загальний об'єм севофлурану, наданого під час стоматологічних операцій, був значно вищим у групі пацієнтів, яка вживала канабіс (37,4 мл проти 25 мл, $p = 0,023$) [13]. Відомо, що деякі препарати для анестезії (пропофол, опіоїди, бензодіазепіни, лідокаїн та кетамін) також здатні впливати на МАК севофлурану, тому клініцистам необхідно відповідно коригувати його дозу для загальної анестезії. Гостре вживання канабісу підвищує вплив ліків, які пригнічують серцеву діяльність, а збільшення концентрації сильнодіючих інгалаційних анестетиків може призвести до вираженого пригнічення міокарду під час загальної анестезії [8,9].

Існує ефект антагонізму між ТГК та пропофолом внаслідок блокади канабіноїдних рецепторів. Оскільки цитохром *P-450 2B6 (CYP450-2B6)* є основним шляхом гідроксилювання/окиснення пропофолу, підвищена мобілізація *CYP450-2B6* після тривалого вживання канабісу здатна призвести до більш швидкого катаболізму пропофолу [10], тому збільшується його доза індукції для забезпечення стоматологічних процедур, інтубації трахеї тощо [1,3,7,14]. Результати сучасних досліджень показали, що вживання марихуани щойно перед процедурою вимагало на 200% більшої дози пропофолу: рандомізовані клінічні дослідження вказують на зростання дози пропофолу до 5,0 проти 3,2 мг/кг ($p < 0,025$) або до $314,0 \pm 109,3$ проти $263,2 \pm 69,5$ мг ($p \leq 0,04$) порівняно з невживачами канабісу при поширених втручаннях [3,7]. Лабораторні тварини, які одночасно отримували канабіс і пропофол, продемонстрували дозозалежну антагоністичну взаємодію між ТГК і пропофолом та помітно подовжений час відновлення після анестезії (більш ніж у 4 рази довше, ніж з пропофолом окремо) [10]. Високі дози пропофолу пов'язані з ускладненнями з боку серцево-судинної системи та органів дихання, з артеріальною гіпотензією, брадикардією, пригніченням дихання та блюванням [15]. Зростання седативних доз пропофолу пов'язане зі збільшенням вмісту в мозку ферменту анандамиду (конкурентного інгібітора гідролази амідів жирної кислоти), який руйнує

ендоканабіноїди. Індуковане пропофолом збільшення концентрації анандаміду було пов'язане з важкою гіпотензією під наркозом через пригнічення симпатичної відповіді, опосередкованої зміщеним рецептором канабіноїду-1 (*CB1-R*) і ванілоїдним рецептором 1 типу. Ця взаємодія може пояснити один з механізмів спричиненої пропофолом гіпотензії. Високі дози пропофолу на тлі дії канабіноїдів стимулюють продукцію слини, що отримало назву «канабіс-індукованої гіперсалівації при застосуванні пропофолу», яка залежить від індивідуального метаболічного генотипу/ фенотипу, частоти вживання, конкретного похідного канабісу та часу з моменту останнього вживання зілля [37,10]. Експериментальні та клінічні дослідження повідомляють про адитивний ефект ТГК, КДБ та барбітуратів, гальмування метаболізму та пролонгацію дії барбітуратів [1,3,11]. Існує повідомлення про дозозалежну дію антагоніста ТГК на снодійний ефект натрію тіопенталу. Дослідження, які оцінюють ризик взаємодії канабісу з опіатами, зосереджені в основному на ТГК та КДБ. Тому потенційний ризик більшості інших канабіноїдів невідомий. Синергізм між канабіноїдами та опіоїдами обумовлений тим, що антиноцицептивні ефекти морфіну опосередковуються μ -опіоїдними рецепторами та можуть бути посилені активацією κ - та Δ -опіоїдних рецепторів. Рецептори опіоїдів і канабіноїдів зв'язуються з аналогічними внутрішньоклітинними сигнальними механізмами через *G*-білки, що призводить до зниження продукції цАМФ, а седативний ефект може посилюватися [2]. Хоча пацієнти, які відчувають біль, повідомляють про сильнішу аналгезію при застосуванні канабісу з опіоїдами, жодне плацебо-контрольоване дослідження не довело посилення прямого впливу опіоїдів у поєднанні з канабісом на людей. Всупереч думці, що в ЦНС експресується лише канабіноїдний рецептор *CB1*, результати сучасних досліджень свідчать про те, що рецептори *CB2* також експресуються в ЦНС, але в обмежених ділянках та в значно нижчій мірі. Обидва рецептори беруть участь у контролі болю. Слід зазначити, що ендогенні канабіноїдні ліганди, тобто анандамід і 2-арахідоноїлгліцерин, також залучаються до процесу. Діючи через ці схеми, вони можуть впливати один на одного і зменшувати біль. Було описано, що агоністи канабіноїдів також можуть стимулювати експресію генів попередників опіоїдів та вивільнення ендорфінів. Модуляція передачі опіоїдів модулює деякі ефекти часткового агоніста канабіноїдних рецепторів *CB1* і *CB2* ТГК на ноцицепцію. Антагоністи канабіноїдів пригнічують здатність морфіну зменшувати біль [16,17]. КБД сильніше ніж ТГК здатен підвищувати знеболюючий ефект кодеїну, морфіну, гідрокодону, метадону та трамадолу [2]. Експерименти на тваринах демонструють адитивний пролонгований ефект гострого впливу ТГК та кетаміну [11]. Кетамін індукує й ендогенне вивільнення канабіноїдів, що може частково пояснити його антиноцицептивну дію. Психомоторні бічні ефекти кетаміну посилюються при введенні КБД [7]. Слід уникати тахікардії в пацієнтів із гострим вживанням марихуани в анамнезі, а кетамін здатен підвищувати ЧСС [8,9]. Гострий прийом канабісу призводить до сонливості, запаморочення та тимчасового порушення перцептивних та сенсорних функцій. Марихуана може адитивно посилювати та пролонгувати седативний та депресивний ефект

бензодіазепінів [2,3]. Хоча це не було досліджено клінічно, можливі синергетичні знеболювальні ефекти між синтетичним ТГК і дексмететомідіном, які були продемонстровані на тваринній моделі [7]. Ці дослідження показали, що синтетична похідна ТГК (*CP55,940*) має адитивну або синергетичну знеболюючу дію при введенні паралельно з дексмететомідіном в залежності від використаного ноцицептивного стимулу. Клінічно спостерігалися сумарні ефекти між канабісом, фенотіазинами та галоперидолом [3].

Дослідження на тваринних моделях та клінічні спостереження продемонстрували пролонгацію дії альфаксолону та пропанідиду при попередньому введенні ТГК [11]. Активация *CB*-рецепторів призводить до інгібування потенціалзалежних Ca^{2+} каналів, що сприяє адитивному ефекту між ТГК та габапентином [7]. Канабіноїдні рецептори *CB1R* розташовані в нервово-м'язовому з'єднанні. При передопераційному вживанні марихуани відбувається посилене вивільнення ацетилхоліну та збільшення постсинаптичного потенціалу дії, хоча клінічне значення міорелаксантів і питання про скорочення часу м'язової блокади в споживачів канабісу недостатньо вивчене [1,7]. Не з'ясовано чи пов'язане вживання канабіноїдів із розвитком злоякісної гіпертермії, але їх внутрішня $\alpha 2$ -активність не виключає такої можливості. Панкуронію, що впливає на ЧСС, слід уникати в пацієнтів із гострим вживанням канабісу в анамнезі [3,9]. У подвійному рандомізованому контрольованому дослідженні споживання канабіноїдів перед операцією визначено збільшення під час анестезії середнього інтраопераційного *BIS*. Враховуючи це, споживання канабіноїдів підвищує активність ЕЕГ, що робить *BIS* менш надійним способом визначення глибини анестезії [11]. При контролі за моніторингом анестезіологічної допомоги середні значення *BIS* були вищими під час анестезії в пацієнтів, які отримували високі дози канабісу. Проте вищі значення *BIS* можуть бути наслідком спричинених канабісом змін ЕЕГ, а не відображенням глибини анестезії. Отже у пацієнтів із гострою інтоксикацією канабісом використання *BIS* може бути неточним [7].

Хронічний вплив канабіноїдів поза станом гострої інтоксикації призводить до зменшення регуляції рецепторів, що обумовлює більшу толерантність до анестезії коли перед втручанням пацієнти утримуються від вживання зілля [3]. Слід зазначити, що споживачі канабіноїдів у більшості випадків не знайомі з інформацією про їх вплив на перебіг анестезії та приховують свої особливі потреби, що змушує анестезіологів «працювати в темряві» [11]. Відомо кілька клінічних випадків, коли пацієнти, які потребували високих доз препаратів для анестезії, згодом зізнавалися у вживанні канабісу [5].

Незважаючи на загальновизнану думку стоматологічної спільноти, що пацієнтів, які вживали канабіс в анамнезі, важче знеболити, у літературі досить мало досліджень, які підтверджують це явище. Не було виявлено істотних відмінностей щодо ефективності місцевої анестезії, початку або тривалості дії між хронічними споживачами марихуани та ненаркозалежними особами. Загалом 88% тих, хто раніше не палив марихуану, і 61% тих, хто вживав, були успішно анестезовані; однак ця різниця не була статистично значущою ($p =$

0,073). Спостерігався повільніший початок та менша тривалість як сенсорного, так і моторного блоків у залежних пацієнтів, з потребою збільшення доз анестетиків та анальгетиків у порівнянні з пацієнтами без залежності. Жодне дослідження не вивчало вплив канабіноїдів на ефективність регіонарної анестезії [11].

Експериментальні дослідження на тваринних моделях та в клінічних умовах визначили перехресну толерантність до опіоїдів, барбітуратів, окремих НПЗП, бензодіазепінів та фенотіазинів [8]. Багатовекторне дослідження визначило в канабіс-залежних осіб поза гострою інтоксикацією підвищену потребу в збільшенні доз морфіну та пропофолу. Була визначена статистично значуща різниця в 3 типах седації (мідазоламу, фентанілу та пропофолу), які використовувалися у споживачів канабісу порівняно з ненаркозалежними особами. Канабіс-залежні пацієнти демонструють більш варіабельну реакцію на індукцію пропофолом: їм можуть знадобитися більш високі дози для досягнення як знечулення, так і адекватної релаксації щелепи та пригнічення рефлексів дихальних шляхів. Особам, які вживають канабіс щодня, потрібна більша доза пропофолу, ніж тим, хто вживає зілля раз на тиждень або щомісяця [18]. Єдине дослідження не визначило статистично достовірних відмінностей у дозах фентанілу, пропофолу та кетаміну в групі канабісу поза гострою інтоксикацією в порівнянні з контрольною групою [19].

Міжнародна експертна група (2021) вважає, що вживання канабісу пацієнтом в периопераційний період не є протипоказанням до використання кетаміну [3]. Але побічні психосоматичні/ вегетативні реакції на канабіс можуть заважати післяопераційному відновленню [8].

Для свідомої седації під час стоматологічних процедур споживачам марихуани потрібно на 20% більше мідазоламу та на 14% більше фентанілу, ніж для тих, хто не вживає зілля [3,7]. За результатами іншого клінічного спостереження група марихуани вимагала підвищених доз фентанілу (0,6 проти 0,4 мкг/кг, $p < 0,025$) при однотипних втручаннях.

ТГК виснажує запаси ацетилхоліну та спричиняє антихолінергічний ефект. Це призводить до пролонгування та потенціювання дії антидеполяризуючих міорелаксантів. Атракуріум у таких пацієнтів зазвичай не викликає проблем пов'язаних із усуненням нервово-м'язового блоку. Пацієнти, в яких був позитивний результат скринінгу сечі на ТГК перед операцією, мали значно нижчі показники здоров'я до анестезії та значно частіше демонстрували позитивний результат скринінгу на опіоїди, ніж пацієнти з негативним результатом скринінгу на ТГК [20]. Вживання канабісу може збільшити ризик периопераційної реактивності дихальних шляхів зі зростанням частоти випадків ларингоспазму/ бронхоспазму. Гострі серцево-судинні ефекти включають тахікардію та вазодилатацію, що може збільшити частоту коронарної ішемії в групі потаторів.

Відсутність стандартизованих рекомендацій та сучасних знань впливає на здатність анестезіологів точно прогнозувати вплив канабіноїдів на перебіг анестезіологічного забезпечення стоматологічних втручань. Ефекти можуть

бути значними, але нелінійними, що додає ще один рівень складності. Плани анестезії слід виконувати ретельно із врахуванням потенційних ефектів канабіноїдів. Під час лікування не слід цілком припиняти прийом канабіноїдних сполук, схвалених *FDA (Food and Drug Administration)* [11].

Таким чином, порушення з боку різних органів і систем у вживачів канабісу дозволяє віднести їх до категорії пацієнтів підвищеного операційно-наркозного ризику. Регіонарним методам анестезії в канабіс-залежних осіб надається перевага [5]. Гостра інтоксикація канабісом здебільшого спричиняє адитивний ефект з препаратами для загальної анестезії, за винятком пропофолу. Хронічне вживання канабісу здебільшого спричиняє перехресну толерантність до препаратів для загальної анестезії. Анестезіологи та стоматологи повинні мати розуміння впливу канабісу на дію препаратів для загального та локального знеболювання для реалізації безпечного периопераційного менеджменту.

Список літератури

1. Potnuru PP, Jonna S, Williams GW. Cannabis Use Disorder and Perioperative Complications. *JAMA Surg.* 2023;158(9):935-944. doi:10.1001/jamasurg.2023.2403.
2. Shah S, Schwenk ES, Sondekoppam RV, et al. ASRA Pain Medicine consensus guidelines on the management of the perioperative patient on cannabis and cannabinoids. *Reg Anesth Pain Med.* 2023 Mar;48(3):97-117. doi: 10.1136/rapm-2022-104013.
3. Ladha KS, McLaren-Blades A, Goel A, et al. Perioperative Pain and Addiction Interdisciplinary Network (PAIN): consensus recommendations for perioperative management of cannabis and cannabinoid-based medicine users by a modified Delphi process. *Br J Anaesth.* 2021 Jan;126(1):304-318. doi: 10.1016/j.bja.2020.09.026.
4. Irvine D, Meyer T, Williams J, Huang J. Perioperative considerations of cannabis use on anesthesia administration. *APSF Newsletter.* 2022;37:67–69.
5. Kravets O., Klygunenko O., Yekhalov V., Kovriha O. Features of anesthesia in patients with special needs. Part 1. Pain, Anaesthesia & Intensive Care. 2024; 2(107): 7-13. doi: 10.25284/2519-2078.2(107).2024.308304.
6. Stewart C, Fong Y. Perioperative Cannabis as a Potential Solution for Reducing Opioid and Benzodiazepine Dependence. *JAMA Surg.* 2021;156(2):181–190. doi:10.1001/jamasurg.2020.5545.
7. Lee BH, Sideris A, Ladha KS, et al. Cannabis and Cannabinoids in the Perioperative Period. *Anesth Analg.* 2024 Jan 1;138(1):16-30. doi: 10.1213/ANE.0000000000006070.
8. Khaitovych MV, Turchak DV, Mazur IP, Yunakova NM. [Dental health of patients using antidepressants and methamphetamines]. *Oral and General Health.* 2023;4(2):14-18. Ukrainian. doi: 10.22141/ogh.4.2.2023.157.
9. Nielsen S, Picco L, Murnion B, et al. Opioid-sparing effect of cannabinoids for analgesia: an updated systematic review and meta-analysis of preclinical and clinical studies. *Neuropsychopharmacology.* 2022 Jun;47(7):1315-1330. doi: 10.1038/s41386-022-01322-4.

10. Derise A, Ford C, Hafiz N, et al. Chronic Cannabis Intoxication and Propofol-Induced Salivation: Causes and Considerations. *Pathophysiology*. 2022 May 28;29(2):223-232. doi: 10.3390/pathophysiology29020018.
11. Laudanski K, Wain J. Considerations for Cannabinoids in Perioperative Care by Anesthesiologists. *J Clin Med*. 2022 Jan 22;11(3):558. doi: 10.3390/jcm11030558.
12. Stone K, Fischbach A, Heydinger G, Tobias JD. Implications of marijuana use prior to anesthetic care. *Pediatric Anesthesia and Critical Care Journal*. 2023;11(1):8-15. doi:10.14587/paccj.2023.2.
13. Holmen IC, Beach JP, Kaizer AM, Gumidyala R. The association between preoperative cannabis use and intraoperative inhaled anesthetic consumption: A retrospective study. *J Clin Anesth*. 2020 Dec;67:109980. doi: 10.1016/j.jclinane.2020.109980.
14. Farasatinasab M, Nasiripour S, Aghabiklooei A. Effect of cannabis use on propofol requirement for ICU sedation. *Anaesthesiol Intensive Ther*. 2022; 54(4): 344–345. doi: 10.5114/ait.2022.121002.
15. Imasogie N, Rose RV, Wilson A. High quantities: Evaluating the association between cannabis use and propofol anesthesia during endoscopy. *PLoS One*. 2021 Mar 4;16(3):e0248062. doi: 10.1371/journal.pone.0248062.
16. Le Foll B. Opioid-sparing effects of cannabinoids: Myth or reality? *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry*. 2021 Mar 2;106:110065. doi: 10.1016/j.pnpbp.2020.110065.
17. Babalonis S, Walsh SL. Therapeutic potential of opioid/cannabinoid combinations in humans: Review of the evidence. *Eur Neuropsychopharmacol*. 2020 Jul;36:206-216. doi: 10.1016/j.euroneuro.2020.03.002.
18. Imasogie N, Rose RV, Wilson A. High quantities: Evaluating the association between cannabis use and propofol anesthesia during endoscopy. *PLoS One*. 2021 Mar 4;16(3):e0248062. doi: 10.1371/journal.pone.0248062.
19. King DD, Stewart SA, Collins-Yoder A, et al. Anesthesia for Patients Who Self-Report Cannabis (Marijuana) Use Before Esophagogastroduodenoscopy: A Retrospective Review. *AANA J*. 2021 Jun;89(3):205-212. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34042571/>.
20. Denduluri SK, Woolson ST, Indelli PF, et al. Cannabinoid and Opioid Use Among Total Joint Arthroplasty Patients: A 6-Year, Single-Institution Study. *Orthopedics*. 2021 Jan 1;44(1):e101-e106. doi: 10.3928/01477447-20200928-02.

ВПЛИВ ШУМУ НА БЕЗПЕКУ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ НАСЕЛЕННЯ В СВІТІ ТА В УКРАЇНІ

Саньков Петро Миколайович,

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

Актуальність. Шумове забруднення є одним із ключових екологічних та гігієнічних чинників ризику в сучасному урбанізованому середовищі. Воно суттєво впливає на безпеку життєдіяльності (БЖД) населення, спричиняючи не лише слухові патології, а й системні порушення фізичного та психоемоційного здоров'я. Одночасно погіршення фізичного та психоемоційного здоров'я працівника впливає на зниження продуктивності праці, що в свою чергу, відбивається на якості продукції і всіх інших показниках ефективності виробництва. Тому всі питання, порушені в статті мають актуальну спрямованість.

Мета. Системний аналіз впливу шумового забруднення на безпеку життєдіяльності та здоров'я населення в урбанізованому середовищі й на виробництві, а також обґрунтування комплексу нормативно-правових, організаційних та інженерно-технічних заходів зниження акустичного навантаження в сучасних умовах (зокрема в умовах воєнного стану).

Методи та методика. Для досягнення поставленої мети застосовано комплекс заснованих на системному підході наукових методів:

Метод системного та порівняльно-правового аналізу: для вивчення вітчизняної та європейської нормативно-правової бази (ДБН, ДСН, Директиви ЄС 2002/49/ЄЕС, 2003/10/ЄЕС, стандарти серії ISO 1996 та ISO 45001) щодо нормування та управління акустичними ризиками.

Аналітико-статистичний метод: для опрацювання даних ВООЗ, МОР та Європейського агентства з навколишнього середовища (ЕЕА) стосовно професійної захворюваності, виробничого травматизму й поза слухових патологій, викликаних впливом шуму.

Метод феноменологічного та етіологічного аналізу: для з'ясування механізмів деструктивного впливу шуму на серцево-судинну, нервову та психоемоційну системи людини, а також оцінки явища акустичного маскування у виробничих умовах.

Метод оцінки та ієрархічного контролю ризиків: для обґрунтування послідовності застосування шумозахисних заходів (у джерелі виникнення, на шляхах поширення за допомогою звукоізоляційних конструкцій і санітарно-захисного озеленення, та безпосередньо у реципієнта).

Метод моделювання та синтезу: для інтеграції накопиченого досвіду протидії системному міському й виробничому шуму з новими викликами воєнного стану (акубаротравми, ПТСР, надвисокі акустичні навантаження).

Основна частина.

1. Вплив шуму на безпеку життєдіяльності населення в світі та в Україні.

Шумове забруднення є одним із ключових екологічних та гігієнічних чинників ризику в сучасному урбанізованому середовищі. Воно суттєво впливає на безпеку життєдіяльності (БЖД) населення, спричиняючи не лише слухові патології, а й системні порушення фізичного та психоемоційного здоров'я. Одночасно погіршення фізичного та психоемоційного здоров'я працівника впливає на зниження продуктивності праці, що в свою чергу, відбивається на якості продукції і всіх інших показниках ефективності виробництва.

- Загальний механізм та світовий досвід (ВООЗ, ЄС):

- о За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), шум є другою за значимістю екологічною причиною проблем зі здоров'ям після забруднення повітря [1].

- о Нормативно безпечним рівнем для денного часу вважається рівень до 55 дБА, тоді як регулярне перебування в умовах шуму понад 85 дБА є критичним чинником розвитку слухових та поза слухових патологій [2, 3].

- о Серцево-судинна система: Тривала дія транспортного та промислового шуму активує стресову систему організму, спричиняючи підвищене вироблення кортизолу й адреналіну, що призводить до гіпертонії та зростання ризику інфарктів [1]. За оцінками Європейського агентства з навколишнього середовища (ЕЕА), акустичне забруднення в Європі щорічно стає причиною понад 12 тисяч передчасних смертей [4].

- о Психоемоційна сфера: Постійний фоновий шум порушує фази сну, викликає депривацію* та знижує когнітивні функції [1].

* *Депривація сну* [1, 4, 6] — це хронічна або гостра нестача сну чи повне його позбавлення, яке призводить до порушення нормальної життєдіяльності та збоїв у роботі організму.

Коли людина не отримує достатньо сну, в організмі запускається каскад патофізіологічних процесів:

Нейрогуморальний збій та стресова реакція: Порушується природний циркадний ритм. Надпочечники починають надмірно виробляти гормони стресу — кортизол та адреналін. Це тримає нервову систему в стані постійної гіперактивації.

Деградація вищих нервових функцій: Сон необхідний мозку для очищення від продуктів метаболізму та консолідації (закріплення) пам'яті. За умови депривації уповільнюється передача імпульсів між нейронами, що призводить до:

- звуження обсягу та концентрації уваги;

- погіршення оперативної пам'яті та швидкості зорово-моторних реакцій;

- зниження когнітивних здібностей і здатності приймати зважені рішення.

Порушення серцево-судинної системи: Через хронічно підвищений рівень стресових гормонів судини перебувають у спазмованому стані. Це викликає артеріальну гіпертензію (підвищення тиску), збільшує навантаження на міокард і суттєво підвищує ризики розвитку інфарктів та інсультів.

Пригнічення імунітету та метаболічні розлади: Під час глибоких фаз сну синтезуються цитокіни (білки, відповідальні за імунну відповідь). За їх нестачі організм стає вразливим до інфекцій. Також порушується гормональний баланс греліну й лептину (що регулюють відчуття голоду та насичення), а це призводить до порушення обміну речовин.

Психоемоційна дестабілізація: Недостатність фази швидкого сну (REM-сну), під час якої мозок опрацьовує емоції, викликає підвищену дратівливість, емоційну лабільність, підвищує ризик виникнення тривожних розладів, депресій та посттравматичного стресового розладу (ПТСР).

- Специфіка та нормування шуму в Україні:

- о В Україні проблеми шумового забруднення регулюються державними будівельними та санітарними нормами, зокрема ДБН В.1.1-31:2013 [5], ДСН 3.3.6.037-99 [3] та ДСП 173-96 [6]. Для житлової забудови допустимий рівень шуму становить 55 дБА вдень та 45 дБА вночі [6].

- о Дослідження вітчизняних авторів розглядають акустичне середовище міст як комплексний чинник екологічної безпеки селітебних територій, що потребує системного моніторингу та містобудівного захисту [7, 8].

- о Нові виклики (воєнний стан): До системного урбаністичного шуму в Україні додалося критичне акустичне навантаження надвисокої інтенсивності — звуки вибухів, роботи засобів ППО та сирен, що викликає акубаротравми та розвиток посттравматичних стресових розладів (ПТСР) [9].

2. Виникнення професійних захворювань (на виробництві, в сферах життєдіяльності).

Виникнення професійних захворювань зумовлене тривалим шкідливим впливом чинників виробничого середовища та трудового процесу, що призводить до втрати працездатності та інвалідизації.

Етіологія та класифікація шкідливих чинників:

Фізичні чинники: Виробничий шум, вібрація, випромінювання, несприятливий мікроклімат [3, 10].

Хімічні чинники: Промислові отрути, важкі метали, розчинники, алергени [10].

Біологічні чинники: Патогенні мікроорганізми, з якими контактує медичний та фармацевтичний персонал [10, 11].

Психофізіологічні чинники: Важкість і напруженість праці, статично-динамічні перевантаження, зорове напруження, емоційне вигорання [10, 12].

Світовий досвід та тенденції (МОР, ВООЗ):

- о За даними МОР та ВООЗ, у світі щорічно реєструється понад 2,4 мільйона смертей, пов'язаних із професійною діяльністю, причому переважна більшість припадає саме на професійні захворювання [13].

- о Найпоширенішими є професійні онкологічні захворювання, серцево-судинні патології та хвороби кістково-м'язової системи [13]. Сучасний світовий підхід спирається на стандарти системи управління охороною здоров'я та безпекою праці ISO 45001 [14].

Стан та нормування в Україні:

о Правові та організаційні засади регламентуються Законом України «Про охорону праці» [9] та Порядком розслідування та обліку нещасних випадків і профзахворювань (Постанова КМУ № 337) [11].

о Основна частка зареєстрованих випадків припадає на добувну та металургійну промисловість: пневмоконіози, пилові бронхіти, радикулопатії, вібраційну хворобу та професійну приглухуватість [3, 10, 11].

3. Вплив шуму на безпеку виробничих процесів.

Акустичне навантаження у виробничому середовищі є безпосередньою загрозою виникнення аварійних ситуацій, виробничого травматизму та порушення технологічного регламенту.

Механізми негативного впливу на безпеку:

о *Акустичне маскування*: Високий рівень шуму перекриває звукові сигнали небезпеки, аварійну сигналізацію, звуки руху механізмів та мовні застереження робітників [2, 3].

о *Зниження швидкості реакції*: Тривала дія шуму викликає гальмування процесів у корі головного мозку, погіршення оперативної пам'яті та сповільнення зорово-моторної реакції [3, 10].

о *Фізіологічне виснаження*: Шум підвищує артеріальний тиск і викликає перевтому, що збільшує ймовірність прийняття хибних операторських рішень [3, 10].

Нормативні вимоги та міжнародні стандарти:

о В Україні ДСН 3.3.6.037-99 встановлюють гранично допустимі рівні (ГДР) шуму для робочих місць (80 дБА для основних виробництв, 60–65 дБА для операторських пультів) [3].

о У ЄС Директива 2003/10/ЄЕС визначає нижню (80 дБА) та верхню (85 дБА) межі дій щодо захисту працівників [2], а стандарт ISO 1999 розраховує ризики втрати слуху [15].

4. Вплив шуму на загальну безпеку населення в різних сферах життєдіяльності.

Шум порушує нормальну життєдіяльність людини в усіх основних сферах селітебного середовища, створюючи загрози для системи охорони здоров'я та загальної безпеки.

• *Селітебна та житлова сфера*: Нічний шум від транспорту понад 45 дБА викликає примусове пробудження, а хронічна депривація сну* призводить до порушення імунітету та розладів серцево-судинної системи [1, 6].

• *Освітня сфера*: Фоновий шум у навчальних закладах погіршує сприйняття мови, зменшує обсяг оперативної пам'яті та уповільнює розвиток навичок читання у дітей [1, 6].

• *Транспортна та авіаційна сфера*: Акустичне навантаження від цивільної авіації та автотранспорту є одним із найпотужніших чинників впливу на довкілля в зонах при аеродромних територій і магістралей [8, 16].

• *Нормативна база в Україні*: Безпека населення регулюється Законом України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» [17], ДБН В.1.1-31:2013 [5] та ДСП № 173-96 [6].

5. Нормативно-правова та законодавча база й основні методи зниження (захисту від дії) шуму в світі і в Україні

Нормативно-правове регулювання та інженерно-технічні методи захисту формують єдину систему забезпечення акустичної безпеки.

- *Нормативно-правове регулювання:*

- о Світова та європейська практика: Спирається на Настанови ВООЗ [1], Директиву ЄС 2002/49/ЄЕС (про екологічний шум та розробку карт шуму) [18], Директиву 2003/10/ЄЕС (про захист працівників) [2] та стандарти серії ISO 1996 [19].

- о Законодавство України: Базується на Законах України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» [17], «Про охорону праці» [9], КпАП [16], а також будівельних нормах ДБН В.1.1-31:2013 [5] та ДБН Б.2.2-12:2019 [7].

- *Основні методи захисту від шуму (Ієрархія контролю ризиків):*

- о **У джерелі виникнення:** заміна ударних процесів на неударні, застосування глушників шуму, балансування рухомих частин [3, 5].

- о **На шляху поширення:** звукоізоляція огорожувальних конструкцій, розрахунок акустичних властивостей листових та складених елементів [5, 12], застосування звукопоглинальних матеріалів, встановлення шумозахисних екранів уздовж автошляхів і залізниць та санітарно-захисне озеленення [5, 7, 8].

- о **В об'єкті захисту (захист реципієнта):** зонування територій, захист часом та використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) органів слуху відповідно до стандартів [2, 3, 9].

Висновки: 1. Акустичне забруднення є одним із провідних фізичних чинників екологічної та гігієнічної небезпеки у сучасному селітебному та виробничому середовищі. Науково доведено, що системний шум понад безпечні межі (55 дБА удень для житлової забудови та 80 дБА для виробництва) є тригером каскаду патофізіологічних процесів, зокрема депривації сну, виснаження центральної нервової системи та зростання серцево-судинних патологій.

2. У виробничих умовах акустичне навантаження суттєво знижує рівень безпеки праці: явище акустичного маскування сигналів небезпеки, сповільнення зорово-моторних реакцій операторів та хронічна перевтома є безпосередніми чинниками зростання виробничого травматизму й виникнення професійних захворювань (зокрема професійної приглухуватості).

3. В умовах сьогодення в Україні до системного урбаністичного та промислового шуму додалося критичне акустичне навантаження надвисокої інтенсивності, зумовлене воєнними діями (вибухи, робота систем ППО, генераторного обладнання), що спричиняє масові акубаротравми та поглиблює розвиток посттравматичних стресових розладів (ПТСР) серед населення.

4. Досягнення стійкого акустичного комфорту можливе лише за умови послідовного застосування ієрархічного контролю ризиків: від зниження шуму в джерелі утворення та використання звукоізоляційних складених конструкцій і санітарно-захисного озеленення на шляхах поширення — до нормативно-

правового гармонізування національних норм (ДБН, ДСН) із європейськими Директивами (2002/49/ЄЕС, 2003/10/ЄЕС) та ISO 45001.

Перспективи подальших досліджень

1. Моніторинг та розробка систем захисту в умовах воєнного стану: дослідження спектральних та часових характеристик імпульсних акустичних навантажень воєнного походження для розробки критеріїв захисту від акубаротравми та мінімізації їхнього впливу на психоемоційний стан населення.

2. Вдосконалення акустичних властивостей огорожувальних конструкцій: Експериментальне визначення та математичне моделювання звукоізоляційної спроможності новітніх складених конструкцій із листових матеріалів і світлопрозорих заповнень для будинків першого ешелону забудови.

3. Адаптація європейського досвіду шумового картування: Наукове обґрунтування методичних підходів до розробки оперативних карт шуму та створення «тихих зон» у відновлюваних післявоєнних населених пунктах України.

4. Удосконалення комплексного ризик орієнтованого підходу: Розробка інтегральних методик оцінки сумарного акустичного ризику (поєднання виробничого та побутового шумового навантаження) для оптимізації застосування засобів індивідуального та колективного захисту.

Список літератури

1. Environmental Noise Guidelines for the European Region / World Health Organization. Regional Office for Europe. Copenhagen : WHO Regional Office for Europe, 2018. 181 p.

2. Directive 2003/10/EC of the European Parliament and of the Council of 6 February 2003 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (noise) // Official Journal of the European Union. 2003. L 42. P. 38–44.

3. ДСН 3.3.6.037-99. Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. [Затверджено постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01.12.1999 № 37]. Київ : МОЗ України, 1999. 28 с.

4. Environmental noise in Europe — 2020 / European Environment Agency (EEA). Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2020. 104 p. (EEA Report No 22/2019).

5. ДБН В.1.1-31:2013. Захист територій, будинків і споруд від шуму. Київ : Мінрегіон України, 2014. 75 с.

6. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів : ДСП № 173-96. [Затверджено наказом МОЗ України від 19.06.1996 № 173]. Київ, 1996.

7. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій. Київ : Мінрегіон України, 2019. 183 с.

8. Запорожець О. І. Екологічна безпека цивільної авіації : монографія. Київ : НАУ, 2008. 320 с.

9. Про охорону праці : Закон України від 14.10.1992 № 2694-XII // Відомості Верховної Ради України. 1992. № 49. Ст. 668. (Зі змінами та доповненнями).
10. ДСТУ 2867-94. Шум. Методи оцінювання виробничого шумового навантаження. Загальні вимоги. [Набув чинності 1996-01-01]. Київ : Держстандарт України, 1994. 12 с.
11. Про затвердження Порядку розслідування та обліку нещасних випадків, професійних захворювань та аварій на виробництві : Постанова Кабінету Міністрів України від 17.04.2019 № 337 // Офіційний вісник України. 2019. № 36. Ст. 1265.
12. Саньков П. М., Макарова В. Н., Ткач Н. А., Гваджия Б. Д. Аналіз шумозахисних властивостей складених конструкцій із листових матеріалів. Технологічний аудит і резерви виробництва. 2016. № 6 (2). С. 24–28.
13. WHO/ILO Joint Estimates of the Work-related Burden of Disease and Injury, 2000–2016: Global Monitoring Report / World Health Organization, International Labour Organization. Geneva : WHO and ILO, 2021. 108 p.
14. ДСТУ ISO 45001:2019 (ISO 45001:2018, IDT). Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування. [Чинний від 2021-01-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. 38 с.
15. ISO 1999:2013. Acoustics — Estimation of noise-induced hearing loss. Geneva : International Organization for Standardization, 2013. 23 p.
16. Кодекс України про адміністративні правопорушення : Закон України від 07.12.1984 № 8073-X // Відомості Верховної Ради Української РСР. 1984. Додаток до № 51. Ст. 1122. (Зі змінами та доповненнями).
17. Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення : Закон України від 24.02.1994 № 4004-XII // Відомості Верховної Ради України. 1994. № 27. Ст. 218. (Зі змінами та доповненнями).
18. Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise // Official Journal of the European Communities. 2002. L 189. P. 12–25.
19. ISO 1996-1:2016. Acoustics — Description, measurement and assessment of environmental noise — Part 1: Basic quantities and assessment procedures. Geneva : ISO, 2016. 34 p.

DEVELOPMENT AND VALIDATION OF A METHOD FOR THE QUANTITATIVE DETERMINATION OF PENICILLINE V BY IODOMETRIC TITRATION USING POTASSIUM CAROATE

Karpova Svitlana,

Cand. Sc. Pharm.,

Associate Professor,

Associate Professor of the Department General Chemistry,

National University of Pharmacy, Ukraine, Kharkiv

Kolisnyk Sergii,

DSc,

Head of the Department General Chemistry,

National University of Pharmacy, Ukraine, Kharkiv

Phenoxymethylpenicillin (Penicillin V) is a narrow-spectrum, acid-stable oral antibiotic routinely dispensed by community pharmacists to treat mild-to-moderate bacterial infections. Because it resists degradation by gastric acid, it is highly suited for oral administration compared to intravenous benzylpenicillin. Penicillin-V is chemically known by the IUPAC name (2S,5R,6R)-3,3-dimethyl-7-oxo-6-[(2-phenoxyacetyl) amino]-4-thia-1-azabicycloheptane-2-carboxylic acid, containing a bicyclic core, an acyl side chain, and a carboxylic acid (Fig.)

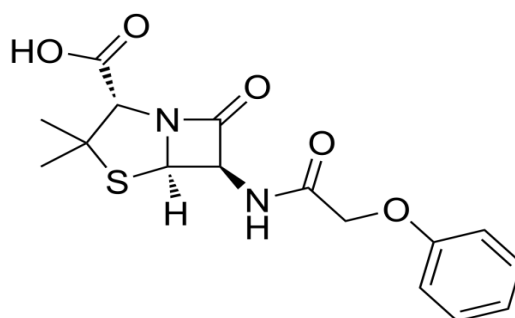


Fig. Chemical structures of Penicillin V

Source of the figure: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Penicillin-V>

The analysis of literary data shows that a promising direction of scientific research is to find out the possibility of carrying out the analysis of penicillins. The methods that are currently used to determine penicillins in pharmaceutical preparations have

been reviewed. They include analytical measurement and appliance, equipment designed to perform a specific task in dependency of detection methods.

Iodometry is a type of redox (reduction-oxidation) titration. It is a method of volumetric chemical analysis that relies on the transfer of electrons between reacting species. Specifically, iodometry is an indirect redox titration method used to determine the concentration of an oxidizing agent in a solution.

The process involves two main steps that constitute the overall redox reaction:

Iodine Liberation. An excess amount of potassium iodide (KI) is added to a known volume of the sample containing the oxidizing agent (analyte). The oxidizing agent reacts with the iodide ions (I^-) to liberate a proportional amount of free iodine (I_2).

Titration. The liberated iodine is then titrated with a standard solution of a reducing agent, usually sodium thiosulfate ($Na_2S_2O_3$), using a starch indicator. The reaction consumes the iodine, and the endpoint is signaled by the disappearance of the characteristic deep blue color of the starch-iodine complex.

The amount of sodium thiosulfate used to consume the liberated iodine allows for the calculation of the original concentration of the oxidizing agent in the sample. Iodometry is distinct from iodimetry, which is a direct redox titration where a reducing agent (analyte) is directly titrated with a standard iodine solution. Both are subtypes of redox titrations. Classical iodometry of penicillin's hydrolysis products (penicilloic acids) is a recognized, basic, though lengthy, method for its quantitative determination, relying on the reaction of these products with excess iodine, which is then back-titrated with thiosulfate; it's a traditional redox titration used in pharmacopoeias, though modern, faster techniques (like spectrophotometry or enzyme sensors) exist, notes.

International Pharmacopoeia recommends to determine penicillin summary in semisynthetic penicillin by neutralization method after preparation hydrolysis by excess of sodium hydroxide titrated solution at heating. According to State Pharmacopoeia of Ukraine (SPhU) and European Pharmacopoeia (EPH) penicillin quantitative determination is performed by high performance liquid chromatography (HPLC). Well, described in scientific articles methods of potentiometry titration, amperometry, high-performance liquid chromatography (HPLC), voltammetry, polarographic analysis, micelle electrokinetic capillary, spectrophotometry, chemiluminescence, redox titration, electrophoresis and others for the quantitative determination of penicillin drugs [1-6] .

The issue of quantitative determination of penicillins does not lose its relevance. Most of the known methods for the quantitative determination of penicillins are reduced to the determination of the final products of their hydrolytic cleavage, which are obtained at the previous stage of analysis. They are long-lasting and require heating.

Redox titrations can be used to quantify penicillin by oxidizing the antibiotic, often in a process that involves alkaline hydrolysis followed by reaction with an oxidizing agent like iodine or a potassium caroate ($KHSO_5$) based reagent. In an iodometric method, the penicillin is oxidized by iodine, and the amount of iodine consumed is determined indirectly by back-titrating with a reducing agent such as sodium

thiosulfate. In methods using (KHSO_5), the penicillin is oxidized directly, and the amount of reagent used is determined by titration.

The developed redox titration method is time saving, simple, accurate, economic, sensitive and reproducible, can be used in quality control laboratories. Also, the principal advantages of the present method are that it is rapid and enough precise comparing with other methods of assay.

The calculation of metrological characteristics involves determining the errors, sensitivity, and ranges of measuring instruments through the statistical processing of experimental data. The key steps are calculating the absolute error, relative error, and accuracy class.

Statistical processing of research results involves the collection, aggregation, analysis, and interpretation of quantitative data using mathematical methods. It encompasses descriptive statistics (mean, median), hypothesis testing (tests for differences), and the construction of relationship models.

The possibility of analytical determination of *Penicillin-V* by the biologically active part of the molecule (alicyclic sulfur and β -lactam ring) is shown, the proposed methods give reproducible and accurate results. The developed method have good specificity and allow determining the content of the main component of *Penicillin-V*, avoiding the influence of impurities. The results of accuracy and precision are in good agreement with the results obtained by the reference method. Using the redox titration method, a method for the quantitative determination of *Penicillin-V* in the substance was developed and the drug product have been developed using potassium caroate as an analytical reagent (KHSO_5).

References

1. Short B. Antibacterial Warfare: The Production of Natural Penicillin and the Search for Synthetic Penicillin During the Second World War. J Milit Veter Heal. 2021;9(3):36-42. doi: 09.2021-14945335/JMVH
2. Siqueira-Batista R., Reis Alves MM. et al. Penicillins: update for clinical practice. Rev Med Minas Gerais. 2023;33:1-10. doi:10.5935/2238-3182.2023e33209-en
3. Peretyatko O. G., Yagnyuk Yu. A., Sklyar N. I., Bolshakova G. M., Kholodna T. V. Beta-lactamases of enterobacteria: general characteristics, mechanisms and regional features of distribution. Annal Mechnikov Inst. 2022;3:7-12. doi: 10.5281/zenodo.7070850
4. Karpova S., Zhuravel I., Kolisnyk S., Kryskiv O. et al. Analytical approach of kinetic-spectrophotometric and redox titration methods in the quantitative determination of ticarcillin. Voprosy khimii i khim tekhnol. 2024;6:81-88. doi:10.32434/0321-4095-2024-157-6-81-88
5. United States Pharmacopeial Convention, Rockville, Maryland. 2015; 4. <https://search.worldcat.org/title/The-United-States-pharmacopeia--the-national-formulary/oclc/933365422>.

6. Karpova, S. P., Krutskikh, T. V., Mozgova, O. O., Krutskikh, A. A. Iodometric method for the determination of Mezlocillin. *Int J Pharm Sci Res.* 2019;10(5):2358-2361. doi:10.13040/IJPSR.0975-8232.10(5).2358-61

DIALECTAL FEATURES OF THE JALILABAD DISTRICT

Akif Ahmedov Ali

PhD in Philology, Senior lecturer Jalilabad city
Branch of ASPU in Jalilabad
Department of Language, Literature and Pedagogical Sciences
Azerbaijan

Abstract:

This article examines the dialectal features of the Jalilabad District, with particular attention to both its toponyms and the archaic phonetic features preserved in oral speech. A number of phonetic features attested in the medieval literary work *Mehr va Vafa* are still manifested in the Jalilabad dialect, which belongs to the Eastern group of Azerbaijani dialects. This fact is of considerable importance for historical phonetics, particularly in tracing phonetic transitions and the historical development of sound changes.

Keywords: influence of dialectal features on toponyms; various phonetic transitions; preservation of archaic phonetic elements.

Every region has its own distinctive dialectal characteristics, and the dialect of the Jalilabad District is distinguished by a number of specific features. Some of the dialectal features observed today can also be found in the language of medieval Azerbaijani literary monuments.

The diversity of the dialectal system of the Azerbaijani language reflects the linguistic characteristics of various tribes speaking closely related languages, as well as those of certain ethnic groups that participated in the formation of the Azerbaijani language (2, 9).

Changes in vowels, alongside consonants, play an important role in the transformation of the archaic phonetic form of words. Such phonetic processes include vowel fronting, labialization, and delabialization. Vowel changes often involve a tendency toward fronting. In suffixes, this may sometimes lead to the emergence of different variants. As is known, this process occurs through the transition of open vowels into close vowels. In the Jalilabad dialect, vowel fronting is primarily manifested in the forms **a** > **ə**, **a** > **e**, **ı** > **i**, and **u** > **ü**. The change **a** > **ə** is attested, to varying degrees, in almost all Azerbaijani dialects and subdialects. In dialectal and subdialectal speech, including oral speech in general, vowel and consonant alternations have emerged primarily as a result of the need to facilitate pronunciation. Azerbaijani linguists have also noted that such changes may arise under the influence of extralinguistic factors.

A. Akhundov, referring to the **a** > **ə** alternation, states that the substitution of *a* by *ə*, both in the historical development of the Azerbaijani language and in its

dialects and subdialects, appears to be associated with extralinguistic factors and may perhaps be attributable to substratum influence (1, 35).

In our view, extralinguistic factors influenced the existing possibilities of the language and thereby activated this linguistic feature.

In the Jalilabad dialect, the **a** > **ə** alternation is observed more frequently in toponyms than in commonly used vocabulary. For example: *Qaradağlı* > *Qəradağlı*, *Qarağacılı* > *Qərağajdü*, *Qamışlıgöl* > *Qəmişdigöl*, *Qarayar* > *Qərayar*, etc. As can be seen, in oikonyms, the vowel *a* changes into *ə*, while *ı* may change into *u* or *ü*. In the oikonym *Qamışlıgöl*, the sound changes **a** > **ə**, **ı** > **i**, **l** > **d** are observed, whereas in *Qarağacılı*, the changes **a** > **ə**, **c** > **j**, **l** > **d**, **ı** > **ü** are recorded (2, 13).

As noted above, dialectal features are manifested more prominently in toponyms than in ordinary speech. A closer examination reveals a variety of phonetic changes. Almost all toponyms in the Jalilabad dialect have, to some extent, undergone vowel fronting. For example: *Xəlilabad* > *Xəlləbəd*, *Şiləvangah* > *Şiləvəngə*, *Qarakazımlı* > *Qərakazımlu*, *Qarazəncir* > *Qərazəncir*, *Sabirabad* > *Səbrəbad*, *Qarayar* > *Qərayar*, etc.

The substitution of *a* by *ə* can be encountered, to a greater or lesser extent, in virtually all Azerbaijani dialects and subdialects (5, 39).

Examples of the **a** > **ə** alternation include: *xəlça* > *xəlçə*, *araba* > *ərəbə*, *qaytar* > *qəytər*, *hayıf* > *həvük*, *qalın* > *qəlin*, *qamış* > *qəmiş*, *qanad* > *qənət*, *qayınana* > *qəynənə*, *qaysı* > *qəysi*, *ayaq* > *əyax*, *qayış* > *qəyiş*, *nazik* > *nəzüy*, *bayquş* > *bəyquş*, *xına* > *xinə*, etc.

In addition to the preservation of vowel harmony involving sequences of unrounded and rounded vowels, Azerbaijani also historically exhibited the emergence and loss of rounding at the ends of words, i.e. labialization and delabialization. These tendencies manifested in vowel harmony have been preserved in modern dialects. Labialization and delabialization are considered among the distinguishing features of Azerbaijani dialects. These processes can be observed both in word roots and in suffixes (3, 160).

The labialization processes **ı** > **u** and **i** > **ü** are manifested in numerous oikonyms. For example: *Çüzəli* > *Çüzəlü*, *Gülməmədli* > *Gülməmmətdü*, *Bayxanlı* > *Bayxannu*, *Məlikqasımlı* > *Məlikqasımlu*, *Qarğılı* > *Qarğulu*, etc. These oikonyms demonstrate the processes of **ı** > **u** and **i** > **ü** labialization. In commonly used vocabulary, however, the opposite alternation can also be observed, namely **u** > **ı**. Examples include: *buğda* > *bığda*, *pul* > *pıl*, *bura* > *bıra*, *bulaq* > *bılağ*, *vur* > *vır*, *puç* > *pıç*, *burun* > *bırın*, *Musa* > *Mısa*, *puça çıxmaq* > *pıçə çıxmaq*, etc.

Examples of the **u** > **ı** alternation can also be found in the Jalilabad dialect. For example: *quzu* > *quzi*, *quyu* > *quyi*, *Nuru* > *Nuri*, *qonşu* > *qonşı*, etc.

The substitution of *u* by *ı* is primarily characteristic of the Eastern and Southern Azerbaijani dialects and subdialects. This phenomenon is frequently observed in the first closed syllable of a word following labial consonants such as *b*, *m*, *v*, and *p* (5, 43).

The **ü** > **i** alternation is also primarily widespread in the Eastern dialects and subdialects. However, it can also be encountered, to a greater or lesser extent, in other

Azerbaijani dialects and subdialects. The $\ddot{u} > i$ change is often observed in various positions within a word, particularly before sonorant consonants such as *l* and *r* (5, 43). Examples include: *külfət* > *kilfət*, *mülayim* > *milayim*, *küftə* > *kiftə*, *tüstü* > *tüsdi*, *tülkü* > *tülki*, *sümüük* > *sümiy*, *körpü* > *körpi*, *güzgü* > *güzgi*, etc.

The phonetic changes $i > u$ and $i > \ddot{u}$ are also found in the Jalilabad dialect. Such changes occur particularly frequently in pronunciation. For example: *Pıçağı mənə gətür. İşüy bitirdü? Sənə verdiyim amanatı apardun?* ("Bring me the knife. Have you finished your work? Did you take the item I gave you?"), etc.

Labialization as a dialectal phonetic process is also observed in toponyms. For example: *Darılıq* > *Daruluğ*, *Musalı* > *Musalu*, etc.

Alongside labialization, the Jalilabad dialect also exhibits delabialization. This phenomenon represents a dialectal shift from labial vowel harmony toward palatal vowel harmony. Examples include: *Oğrubulaq* > *Oğribılağ*, *Oğrukənd* > *Oğrikənd*, *Qoşabulaq* > *Qoşəbılağ*, *Tüklülü* > *Tülkili*, *Brovar* > *Bravar*.

The historical occurrence of labialization and delabialization at the end of words in Azerbaijani is ancient. Such phonetic tendencies already existed in dialects during the periods when the Azerbaijani vernacular was taking shape. The occurrence of the emergence and loss of rounding at the ends of words in the language of written monuments from different historical periods demonstrates both the antiquity of this phonetic feature and its traditional character in the history of the literary language. During the formation of the Azerbaijani vernacular, this phenomenon, which was originally characteristic of tribal languages, subsequently developed into a feature of regional dialects (3, 161).

L. N. Hajiyeva notes that one of the reasons for the strong manifestation of delabialization in certain Azerbaijani dialects is the historical coexistence with non-Turkic populations, which created conditions for the continued development of this phenomenon (3, 166).

In our view, neither labialization and delabialization nor other phonetic changes should necessarily be regarded as the result of external influences whenever they occur to some degree in a language. Just as changes in nature cannot simply be attributed to human will, it would be unreasonable to assume that changes in a language system occur solely as a consequence of external intervention. A language reaches its present stage by eliminating unnecessary elements and reducing articulatory complexity. For example, in the Jalilabad dialect, the present-tense suffix **-ir⁴** is pronounced in the forms **-iy** and **-ey**: *gəliyəm*, *gəleysən*, *gəley*, *aliyəm*, *aleysən*, *aley*. Similarly, in the Yardımlı dialect, forms such as *almaysan*, *gəlmaysan*, *getmaysan* are used. It would be inconsistent with the internal laws of language development to assume that the influence of foreign languages could independently produce changes throughout all dialects and subdialects of a language, or even in genetically related languages, while such forms continue to function within the language to the present day and potentially into the future.

Historically, various ethnic groups and tribes speaking different dialects of closely related languages lived in Azerbaijan. Over time, these groups were assimilated into the linguistic community while retaining, to some extent, certain features of their

original languages and dialectal distinctions. These features subsequently became dialectal variants within the language into which they had been assimilated. Phonetic phenomena occurring in one or two dialects cannot simply spread throughout an entire language and its genetically related languages.

Diphthongization

In oral speech—both in the literary language and in dialects—the loss of consonant sounds can occur in certain words as a result of the tendency toward ease of pronunciation. During such elision, diphthongization may occur. This phenomenon is particularly prominent in dialects. As a result of sound loss in these words, vowel lengthening and diphthongization take place. For example: *toyuq* / *touğ* / *to:ğ*, *soyuq* / *souğ* / *so:ğ*, *donuz* / *douz* / *do:z*, *oyuq* / *ouğ* / *o:ğ*, *yaxın* / *youğ* / *yo:ğ*, etc.

M. Shiraliyev divided diphthongization into several types: (a) falling or decreasing; (b) rising or increasing; and (c) mixed. In these types of long vowels, the sound is relatively high but becomes somewhat narrower toward the end. The vowels *o* and *ö* may serve as examples of mixed-type long vowels. Toward the end of long *o* and *ö*, the sound becomes somewhat narrower, resulting in diphthong-like sequences such as *ou* and *öü*. Examples include: *nour*, *our*, *toux*, *qourma*, *houz*, *nöüt*, *atouz*, *nənöüz*, *həröüz*, *alacöük*, *verəcöük*, etc. (5, 30).

Diphthongization is also present in the Jalilabad dialect of the Eastern group of Azerbaijani dialects. This feature, characteristic of oral speech, has also influenced oikonyms. For example: *Cəlayir* / *Cəlair*, *Kövüzbulaq* / *Köüzbulag*, *Soyuqbulaq* / *Souğbulag* / *So:ğbulag*, etc.

There are no diphthong phonemes in Azerbaijani that correspond to the fully developed monophthongal vowels of the language. However, in accordance with the norms of colloquial speech, diphthong-like pronunciation is permitted in the sound structure of a number of words and expressions, as well as in certain Azerbaijani dialects. This may involve combinations of vowels and, in some cases, combinations of vowels with preceding consonants such as *y*, *v*, and *f*, resulting in the formation of several diphthong-like structures in the dialects (4, 44).

Conclusion

The examples presented above demonstrate that Azerbaijani does not possess phonemic diphthongs as a distinct category. The phenomenon of diphthongization in dialects and subdialects results from the loss of certain consonant sounds. Such processes facilitate pronunciation and contribute to the natural phonetic development of the language.

The following phonetic features have been recorded in the Jalilabad dialect:

1. **The occurrence of labial vowels after palatal vowels and palatal vowels after labial vowels:** *babon*, *nənön*, *aton*, *anon*, *ato:z*, *ano:z*, *qardaşu:z*, *gəlsön*, *alson*, *bilsön*, *görsön*, *qəyitsön*, *quzi*, *gözümi*, *boynimi*, etc.

2. **The use of voiced consonants at the end of words:** *yarpağ*, *torpağ*, *uşağ*, *pıçağ*, *qucağ*, *qonağ*, *çörəy*, *ürəy*, *köynəy*, *bələy*, *görəy*, etc.

3. **The pronunciation of the consonant *y* as *g* in the middle and, occasionally, at the beginning of words:** *sögüd*, *dügi*, *ögüd*, *genə*, etc.

4. **The deletion of the consonant *v* in the middle and at the end of words, and occasionally the deletion of *n*:** *lo:ğa, do:ğa, yo:şan, do:şan, dö:lət, nö:bə, plo:, bülö:, bütö:, so:ra*, etc.

5. **Disruption of vowel harmony in numerous instances:** *Başı, gözü ağriyey. Lampiyə nö:t tökdün? Nə aleysən? Əyağa dureysən?* etc.

6. **The use of four-variant suffixes in two variants:** *gəldün, aldun, getdün, bildün, verdün, aldun*, etc.

7. **The use of the present-tense suffix in the form *-ey*:** *gəley, gedey, görey, aley, biley, dögey, qavey, qoymey, qaley*, etc.

Phonetic phenomena observed in the literary language are also manifested in the Jalilabad dialect, as they are in other Azerbaijani dialects and subdialects. There are also a number of phonetic phenomena that correspond to those observed in the Nakhchivan and Karabakh dialects and subdialects. This similarity may be explained by the historical migration of various tribes from those regions to the territory of Jalilabad, where they subsequently established separate settlements.

All phonetic features recorded during the course of this research will be examined in greater detail in subsequent scholarly articles.

References

1. Akhundov, A. *Historical Phonetics of the Azerbaijani Language*. Baku: Azerbaijan State University Press, 1973.
2. Ahmadov, A. *Linguistic Analysis of the Toponyms of the Jalilabad District*. Dissertation. Baku, 2013.
3. Azizov, E. *Historical Dialectology of the Azerbaijani Language*. Baku: Baku State University Press, 1999.
4. Damirchizadeh, A. *Modern Azerbaijani Language, Part I*. Baku: Maarif, 1979.
5. Shiraliyev, M. *Fundamentals of Azerbaijani Dialectology*. 2nd ed. Baku: Maarif, 1968.

ANALYSIS OF WORD COMPOUNDS

Ruqayya Bahruz Muradli

Senior Lecturer, Jalilabad city

Branch of ASPU in Jalilabad

Laboratory assistant of the Department of Language, Literature and Pedagogical
Sciences, Their Teaching Technology
Azerbaijan

Abstract

The article provides extensive information about the analysis of word combinations. The specific characteristics of word combinations, as well as detailed notes on the types of word combinations, are also written.

The difficulties that may arise in word combinations taught in secondary school are investigated and analyzed. The types of noun combinations and verb combinations, the similarities and differences between them are shown. The topic that students have the most difficulty with - syntactic relations - is also touched upon. It is shown what issues they should pay attention to when determining control, coordination and approach relations. Thus, all the main elements are explained in the article.

Keywords: word combinations, noun combinations, verb combinations, compromise, management, approach

Introduction

A word combination is formed by the combination of two or more independent lexical words in terms of meaning and grammar: mother's love, protecting the homeland, going home, etc. I explain the concept of combination in terms of meaning and grammar to the students. When we say meaning, for example, in the expressions beautiful view and dirty dishes, although the words are different words separately, both have the meanings of objects and signs. They are grouped in the same way in terms of meaning. When we say grammatical aspect, we mean suffixes that participate in the formation of certain word combinations. For example: in the expression school director, case and belonging suffixes were used to create the word combination. When we say an independent word, we mean the main parts of speech. The combination of a word with an auxiliary part of speech is not considered a word combination. For example: towards the house, for it, etc. There are two types of word combinations according to their structure. When we analyze word combinations, we should also note this. Simple word combinations consist of two independent meaningful words: my house, and complex ones must consist of three or more words: the fresh air of Azerbaijan.

I also explain the types of word combinations to the students. There are two parts in a word combination, the first of which is the main one, and the second is the dependent one. If there are many words in a word combination, the last main one is the dependent one. The subordinate and subordinate words are also called the main and

dependent parts. For example: in the expression "the smell of a flower", the flower is the dependent or subordinate part, and the smell is the main part, as well as the subordinate part. There are two types of word combinations according to the means of expression of the main part: noun and verb combinations [1, 22].

Noun combinations constitute a large part of word combinations and are one of the important aspects taken into account during analysis. The perfect teaching of noun combinations, especially one-sided noun combinations, is very important from the point of view of the conciseness and harmony of speech. [2]

Combinations whose main part is expressed by other parts of speech than the verb are called noun combinations. For example: drinking water, the best of the wood, the five of the notebooks, all those in the house, after work, etc. Since the dependent parts of noun phrases explain the main part, noun phrases are called demonstrative word combinations, which are a common name. Demonstrative word combinations are divided into three groups in terms of form and meaning. We will consider such combinations separately with the students.

1. No special suffix is used to form demonstrative word combinations of the first type. For example, a golden ring, a lying man, a sleeping volcano, etc. When analyzing such combinations, the first part is taken separately as a demonstrative, and the second part as one of the other parts of speech, but today, words such as every part, the Middle Ages, etc. are taken together. Demonstrative word combinations of the first type are simple and complex: a giant bear - simple, a girl who teaches a lesson - complex. They can act as different members of a sentence, and only one adverb can be included between them: an interesting book, a beautiful work.

2. Demonstrative word combinations of the second type are formed by the possessive case of the first party, which indicates uncertainty, and the possessive suffix of the third person, and are simple and complex in structure: a girl's castle - simple; Gara Garayev metro station - compound.[3]

The sides of these compounds are mainly expressed by nouns, they cannot be joined by words, their sides together form a sentence, when one of the sides is combined, the other is in the singular. We clarify all the features we have mentioned by analyzing the word combination in the sentence "The girls' spring was in the most beautiful place in the city" .

3. The third type of determinative word compounds is formed by the first side of the possessive case, the second side by the possessive suffix: the top of the house, the wall of the school, etc.

They are simple and complex in structure, and no matter how many words they consist of, one sentence member is taken. Simple - the neighbor's yard; complex - the high, broad-hearted teacher of the school. Any number of words can be joined between them, their sides can be combined at the same time (their opinions), the main side can accept the possessive suffix of all persons. All these features distinguish it from the second type.

There are some compounds whose dependent side is in the nominative, directional, locative and accusative cases. Such compounds are called non-determinative noun compounds. For example: higher than the mountains, love for the mother, two to three,

etc. Together they form a sentence. In some cases, the first part is a word with a third person possessive suffix, and the second part is an adjective: hands are bloody, eyes are full. Verbal compounds are compounds whose main part is expressed by the infinitive forms of the verb (infinitive, verb adjective, verb conjunction): reading a book, today going, taking us.

Verbal compounds are structurally simple (on the path of freedom) and complex (to die for freedom). Verbal compounds are called infinitive compounds, verb-adjective compounds, and verb-conjunction compounds according to the means of expression of the main part. Let's look at each of them. I also bring to the attention of students that compound and compound words differ in their width. For example, a verb-adjective consists of one word, but a verb-adjective compound must consist of at least two words.

The main part of infinitive compounds can be expressed by the infinitive, and the dependent part by various parts of speech: to write well, to get a five, to go up, etc. Infinitive compounds are used in the sentence as the subject (he did not like to see us), complement (it was my long-standing desire to see my classmate), noun news (my desire is to see him), adverb of purpose (I went to the store to buy him).

The main part of the verb-adjective compounds can be expressed by the verb, and the dependent part by various parts of speech: who came to you, who slept when he left, who I wrote, etc. I would like to draw the attention of the students to the fact that if they pay attention to the examples, they will see that the main part of all of them is a verb, so such compounds are called verb-adjective compounds. Verb-adjective compounds can mainly serve as determiners and various sentence members in the sentence. For example: Today, the work to be done from tomorrow was planned - determiner; Recognize those who lie to your face - complement, etc.

Verb-compound compounds are expressions whose main part is expressed by verb-compounds, and whose dependent part is expressed by various parts of speech, as in other compounds: when you know you, when you look at him, etc. Verb-compound compounds are adverbs in the sentence. More precisely, all types of meaning, except for the purpose and place adverbs, act as: When walking along the side of the road, nothing happens to the person - adverb of time, or when talking along the road - talking, he went - adverb of manner-action, etc. All components act as a sentence member as a whole. Only the verb cannot be a part of the sentence. There are two types of relationships between the words that make up word combinations and sentences: 1. Meaning 2. Syntactic relationship. For example, in the combination of interesting work, there is both meaning and syntactic relationship, but when we say crazy work, although there is a syntactic relationship, there is no meaning relationship. Meaning relationship refers to the semantic connection of the dependent part to the main part. Word combinations vary in terms of relationship. For example: In the combination of when he came, there is a subject, in when he gave the book, there is an object, in the morning, there is a time relationship, etc.

There are two types of syntactic relationship: subordination and subordination. In a relationship of non-subordination, the parties are equal, that is, they do not depend on each other. For example: When Rana and Bahar are kind and sincere girls, each

word in the sentence has entered into a syntactic relationship without being subordinate to each other separately. The relationship of non-subordination can be between homogeneous members and the parties of non-subordinate complex sentences and is connected through intonation or intonation and non-subordination connectors. A double-headed arrow is used to show this relationship. [4]

Before explaining the relationship of subordination, I create conditions for students to exchange ideas by paying attention to the name and seeing what it means. In this way, it is clarified that there is a dependent-subordinate, a main-subordinating party. Three relationships are meant when we say subordination relationships.

1. The relationship of agreement refers to the agreement of the dependent party with the person and quantity at the request of the main party. The relationship of agreement is between the subject and the news - We went, and between word combinations - the face of the notebook. In the coordination relationship, the main word comes first and the arrow extends from the dependent word to the main word. In the predicate, the main word is the dependent word. Although the coordination relationship is always expected according to person, it can be violated according to quantity. I draw the students' attention to this direction. The violation can occur in the third person plural. When referring to humans, it is always in the plural, when referring to inanimate objects, it is in the singular, but when referring to animals, it is used in both the singular and plural, which violates the coordination. For example: The birds have gone - the birds have gone. In the II and I types of definite noun phrases, the main possessive suffixes create coordination. In the II type, it occurs only in the third person, while in the III type of definite noun phrases, there is coordination in all persons: your sister, his sister, their sisters, etc.

The control relation is when the dependent part of a noun changes to a case other than the nominative case at the request of the main party. [5] In a control relation, the main party is always the second party, and the controlling party is most often the verb. The main indicators of control relations are case suffixes and are of two types: control in verbs and nouns. In the case of verbs, it is possible for verbs to control other cases than the nominative case: go home, drive a car, stand at the door, etc. In the case of nouns, other main parts of speech other than verbs can be controlled: from him beautiful, one of the girls, etc.

What kind of connection is there in the second and third types of determining phrases is a confusing issue; in my opinion, there is only agreement between them.

The relation of approach is when the parties are connected to each other by approaching each other without any grammatical suffixes. In the relation of approach, the determiner is usually dependent, and the various parts of speech on the other side are the main ones. A beautiful girl, look at me - between the determiner and the subject; He is a good boy, as far as I know - Between the noun and the verb, etc.

We do not consider it right to approach these relationships superficially in secondary schools and, as a rule, not to touch on some of them, because it is important to teach each of them in terms of the relationship between words.

References

1. 1. Efendizadeh A., Akhundov A., Ahmadov B. Turkish language, Textbook, Baku, 1994. 231 p.
2. 2. H.B. Baliyev, A.H. Baliyev - Methodology of teaching the Azerbaijani language - Textbook. Baku, 2014.
3. 3. Kazimov A. Methodology of teaching the Azerbaijani language in secondary school. Baku, 2013, 186 p.
4. 4. Seyidov Y.M. Word combinations in the Azerbaijani language. Baku, 1992, 408 p.
5. 5. Sadig Sh., Najafov E., Asadov A. Azerbaijani language. Textbook. Target publications. Baku, 2015, 319 p.

МІСЦЕ КУРСУ «ІСТОРІЯ ПСИХОЛОГІЇ ТА СУЧАСНІ НАПРЯМКИ ПСИХОЛОГІЇ» У ФАХОВІЙ ПІДГОТОВЦІ МАГІСТРІВ МЕДИЧНОЇ ПСИХОЛОГІЇ

Тертична Надія Анатоліївна

кандидат психологічних наук, доцент,
доцент кафедри загальної і медичної психології,
Національний медичний університет імені О.О.Богомольця,
м. Київ, Україна

Підготовка магістра з медичної психології передбачає формування здатності розв'язувати складні клінічні та психосоціальні задачі в умовах невизначеності, багатофакторності та високої відповідальності. Відповідно до освітньо-професійної програми, майбутній фахівець має інтегрувати знання медичної психології, психосоматичної медицини, сучасних нейронаук і доказових підходів до медико-психологічної допомоги, здійснювати психодіагностичну оцінку, надавати медико-психологічний супровід, проводити психопрофілактику та ефективно взаємодіяти в мультидисциплінарній команді на засадах біопсихосоціального підходу.

У цьому контексті курс «Історія психології та сучасні напрямки психології» посідає ключове місце у фаховій підготовці магістрів медичної психології. Його теоретичне значення пов'язане, перш за все, з тим, що глибоке розуміння будь-якої наукової дисципліни неможливе без вивчення історичних передумов виникнення і розвитку тих чи інших наукових шкіл, підходів, окремих теорій та понять. Не є винятком і психологія. Сучасне наукове психологічне знання неможливо розглядати лише у нинішньому вимірі, воно великою мірою спирається на попередні наукові ідеї мислителів, вчених різних галузей – філософів, психологів, представників природничих наук. Все це дозволяє розглядати наукові психологічні знання в їх історичному аспекті для того, щоб глибше усвідомити витoki наукової думки, збагнути її сутність, оцінити новизну та усвідомити історичний сенс [1].

Курс «Історія психології та сучасні напрямки психології» забезпечує фундаментальне розуміння еволюції психологічного знання, закономірностей становлення наукових шкіл, трансформації методологічних підходів та появи сучасних доказових практик. Історичний аналіз розвитку психології дозволяє майбутньому медичному психологу усвідомити витoki сучасних концепцій психічного здоров'я, критично оцінювати різні теоретичні моделі, розуміти їхні можливості й обмеження в клінічній практиці. А ознайомлення з сучасними напрямками психології формує здатність інтегрувати міждисциплінарні знання, обирати науково обґрунтовані підходи до психодіагностики та психокорекції, адаптувати їх до потреб пацієнтів у системі охорони здоров'я.

Вочевидь, що перше завдання у фаховій підготовці магістрів медичної психології, безумовно, включає оволодіння студентами фундаментальними

теоретичними психологічними знаннями, з виділенням основних завдань та напрямків професійної діяльності лікаря-психолога, з формуванням професійної ідентичності й усвідомлення себе як майбутнього професіонала. Ми переконанні, що успіх цілеспрямованого формування майбутніх фахівців залежить від того, наскільки цілі та завдання діяльності, в яку вони включаються, набувають для студентів особистісного смислу, наскільки в ній знаходять свого відображення професійні інтереси та нахили студентів, їх прагнення до самоактуалізації та реалізації свого внутрішнього потенціалу професіонала. Ми вважаємо, що саме вивчення курсу «Історія психології та сучасні напрямки психології» орієнтовано на розкриття студентом особистісного смислу професійної підготовки, на розвиток власної активності та відповідальності за її результати, виступає не лише теоретичною основою, а й важливим інструментом професійної ідентифікації, розвитку критичного мислення та формування компетентностей, необхідних для ефективної медико-психологічної практики.

Історія науки – це особливий курс у підготовки фахівця. Одна з причин - це те, що багато питань, над якими вчені міркували сотні років тому, актуальні й сьогодні. В психології, на відміну від інших наук, очевидна наступність предметів і методів вивчення, тобто, психологія має більш відчутний і живий зв'язок з власним минулим, дослідження якого психологи вважають важливим і потрібним. Тільки вивчаючи походження і розвиток психології, можна ясно побачити, що сьогодні вона собою являє. Знання історії впорядковує і привносить сенс у те, що здається хаосом, адже у всій психології не було жодного підходу або визначення, щодо яких всі представники цієї науки висловлювали б повну однотайність. В історії психології минуле вибудовується в перспективу, яка пояснює сьогодення [1].

Психологи різних спеціальностей використовують схожі методи, засновані на переконанні, що минуле найбезпосереднішим чином впливає на сьогодення. Медичні психологи, наприклад, намагаються зрозуміти нинішній стан своїх пацієнтів, вивчаючи їх дитинство, ті події життя, які могли змусити їх вести себе або думати певним чином. Збираючи факти, лікарі-психологи відтворюють еволюцію життя пацієнтів, і, нерідко, це призводить до пояснення проблем, що виникли сьогодні. Психологи, які вивчають поведінку, також визнають вплив минулого на формування теперішнього. Вони вважають, що поведінка визначається попередніми умовами життя і засвоєним досвідом - іншими словами, нинішній стан людини можна пояснити її минулим. Тому, історія психології об'єднує всі галузі дослідження та всі проблеми сучасної психології. Вона дозволяє з'ясувати взаємозв'язок між різними ідеями, теоріями та концепціями, дозволяє зрозуміти, як окремі ланки незвіданого під назвою психологія вибудовуються в логічну картину науки. Історію психології можна також представити як науку, що вивчає історію, досліджує історичні події та досвід минулого - що і робить психологію такою, якою вона є на сьогодні [2].

Крім, вочевидь, теоретичного значення, курс «Історія психології та сучасні напрямки психології» також забезпечує формування практичних навичок та фахових компетентностей, таких як: здатність оперувати категоріально-

понятійним апаратом психології; здатність до ретроспективного аналізу вітчизняного та зарубіжного досвіду розуміння природи виникнення, функціонування та розвитку психічних явищ; здатність самостійно збирати та критично опрацьовувати, аналізувати та узагальнювати психологічну інформацію з різних джерел; здатність аналізувати та систематизувати одержані результати, формулювати аргументовані висновки та рекомендації.

Отже, курс «Історія психології та сучасні напрямки психології» є невід'ємним елементом професійної підготовки магістрів медичної психології, оскільки забезпечує глибоке розуміння витоків, закономірностей розвитку та сучасних тенденцій психологічної науки. Саме історико-теоретичний фундамент дозволяє майбутньому фахівцю засвоїти загальні закономірності, тенденції та хронологію становлення і розвитку наукових психологічних знань в контексті загальної історії науки; процес історичних змін основних категорій психології, її принципів та провідних методологічних підходів; засвоїти загальну логіку та хронологію становлення наукових теорій в контексті сучасного розвитку психологічних знань; різницю підходів у сучасних напрямках психології, а також критично оцінювати різні концептуальні підходи, усвідомлювати їхню доказову базу та обирати найбільш релевантні методи для роботи в умовах клінічної багатфакторності [3].

Знання еволюції психологічних шкіл і сучасних напрямків сприяє формуванню здатності інтегрувати медико-психологічні, психосоматичні та нейронаукові підходи, що відповідає вимогам освітньо-професійної програми. Курс підтримує розвиток професійної ідентичності, критичного мислення та компетентностей, необхідних для психодіагностики, психопрофілактики, надання медико-психологічної допомоги й ефективної взаємодії в мультидисциплінарній команді на засадах біопсихосоціального підходу.

Таким чином, він виконує не лише освітню, а й стратегічну функцію — забезпечує цілісність професійної підготовки, формує здатність працювати з доказовими методами та сприяє становленню висококваліфікованого фахівця, готового до викликів сучасної системи охорони здоров'я.

Список літератури

1. Тертична Н.А. Історія психології: навч. посібник / автор Н.А.Тертична – К.:, 2018. – 351с.
2. Матяш М.М., Тертична Н.А., Прудка Л.М. Історія та особливості викладання психології в Україні. «Вісник Національного університету оборони України». Зб-к наук.праць. – К.: НУОУ, 2022. – Вип. 5(69). С.98-110
3. Яцина О.Ф. Історія психології: становлення і розвиток клінічної психології в історичних процесах: навчальний посібник. Ужгород: Вид-во УжНУ «Говерла», 2023. 184 с.

ТЕОРЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ВПЛИВУ АГРЕСИВНОСТІ ОСОБИСТОСТІ НА ПОВЕДІНКУ У КОНФЛІКТНИХ СИТУАЦІЯХ ПІДЛІТКІВ

Шігімага Діана Вячеславівна

здобувач третього рівня вищої освіти факультету суспільних наук
ДВНЗ "Ужгородський національний університет", Україна

Соломка Едуард Тіберійович

кандидат психологічних наук, доцент кафедри психології
ДВНЗ "Ужгородський національний університет", Україна

Психологічні особливості впливу агресивності особистості на поведінку у конфліктних ситуаціях підлітків становлять особливий інтерес для науковців у галузі психології. Зумовлено це тим, що сучасне суспільство стикається з проблемами, пов'язаними з грубістю та насильством, що проявляються не лише в особистісних стосунках, а й у соціальному середовищі. Зростання випадків булінгу серед підлітків та проявів агресії у школах вимагає глибшого розуміння причин цих явищ. Дослідження агресивності особистості та її впливу на поведінку у конфліктних ситуаціях дозволяє виявити механізми, які сприяють формуванню агресивної поведінки, і розробити ефективні стратегії для її корекції.

Аналізуючи праці сучасних вітчизняних науковців, феномен агресивної поведінки вивчають через призму різних чинників, а саме : схильність до ризику (О.С. Дронова), особливості самооцінки (М.А. Пирлик), співвідношення агресивної поведінки та ціннісних орієнтацій (З.Г. Спринська), формування саморегуляції (В.Є. Мельниченко). Деякі дослідники доводять, що в основі будь-якого вияву агресії лежить така властивість особистості, як агресивність (Т. Титаренко та ін.) [4, с. 217].

Агресивність - відносно стійкий емоційний стан і властивість особистості, що припускає готовність до агресивної поведінки і виявляється в гві, злості, діях проти інших людей, особливо у випадках, якщо вони заважають задоволенню потреб або досягненню мети. В конфліктних ситуаціях може виступати як варіант психологічного захисту в реакціях на конфліктогени спілкування, у тому числі і на силові прийоми конфліктної взаємодії, що принижують власну гідність учасника конфлікту [2, с. 33].

Криза підліткового віку – це один з найскладніших вікових періодів у житті людини. Інтенсивний фізіологічний, соціальний та психологічний розвиток впливає на емоційну стабільність, що проявляється у вигляді агресивної поведінки. Одна з основних проблем цього вікового періоду – нездатність підлітків ефективно вирішувати конфлікти, що часто призводить до деструктивної поведінки. Підлітки використовують агресивність як доступний

спосіб самовираження, досягнення бажаного або самозахисту у конфліктах.

Агресивність, як риса характеру, може суттєво впливати на те, як підліток реагує на стресові ситуації, конфлікти та соціальні взаємодії. Зокрема, підлітки з високим рівнем агресивності частіше обирають пряму конфронтацію, що може призводити до загострення конфліктів та ескалації напруги. Таким чином, агресивні реакції стають домінуючими у конфліктних взаємодіях.

До ключових особливостей агресивної поведінки підлітків належить їхня низька толерантність до фрустрації. Коли підліток стикається з перешкодами на шляху до досягнення своїх цілей, він часто не в змозі контролювати емоції і обирає жорсткі методи для подолання цих перешкод. До прикладу це може бути груба відповідь на відмову, критику чи інші подразники, які підліток сприймає як загрозу для власної самоповаги.

Крім того, агресія для підлітків часто стає засобом самоствердження та демонстрації своєї сили або контролю над ситуацією. У конфліктних ситуаціях вони можуть прагнути домінувати над іншими учасниками, вважаючи агресивну поведінку ефективним способом досягти бажаного результату. Ця потреба у демонстрації сили є особливо актуальною у ситуаціях, де підліток відчуває свою слабкість або залежність.

Підлітки також схильні до агресії через соціальний тиск і вплив групи однолітків. Важливість соціального прийняття в цьому віці підвищує ймовірність того, що вони будуть використовувати агресію в конфліктах, аби не втратити своєї позиції в групі. Агресія у цьому випадку може виступати інструментом для зміцнення свого статусу серед однолітків або засобом уникнення осуду з боку групи [1].

Ще однією важливою характеристикою агресивності підлітків є їхня гіперчутливість до соціальної оцінки. Вони гостро реагують на будь-які спроби принизити їх або викликати у них почуття власної неповноцінності. Навіть незначні коментарі чи дії, які можуть здаватися дорослим невинними, підлітки сприймають як загрозу власній гідності. Як наслідок, вони можуть вдаватися до агресії як засобу психологічного захисту, намагаючись захистити свою самоповагу від реальних чи уявних загроз.

Агресивна поведінка підлітків у конфліктах також посилюється підлітковою імпульсивністю. Через нестачу досвіду у вирішенні складних соціальних ситуацій підлітки часто не здатні зважити всі можливі наслідки своїх дій і швидко переходять до агресивних відповідей. Це може призводити до подальшого загострення стосунків з оточуючими [3].

Таким чином, підліткова агресивність не тільки поглиблює конфлікти, але й закріплюється як стійка форма реакції на труднощі у міжособистісному спілкуванні, що знижує здатність до конструктивної взаємодії з іншими та ускладнює соціальну адаптацію. Не дивлячись на те, що агресивна та конфліктна поведінка залежать від багатьох факторів, що суттєво ускладнює їх вивчення, необхідним є визначення конкретного підходу до розуміння взаємозв'язку між цими двома явищами.

Список літератури

1. Бондзик Д.М. Девіантна поведінка підлітків в умовах воєнного стану. Збірник Національного університету внутрішніх справ : Особистість, Суспільство, Війна. Харків, 2023. С. 41-43.
2. Лякішева А., Мілінчук С. Особливості конфліктної поведінки у міжособистісній взаємодії підлітків. Пед. інновації: ідеї, реалії, перспективи : зб. наук. пр., 2021. - Вип. 1. - С. 30-35.
3. Стадник М.М., Бойчук О.І. Проблеми молодіжної агресії, булінгу та кібербулінгу у сучасному українському суспільстві. Одеса : Актуальні проблеми філософії та соціології, 2022. № 37. С. 14-22.
4. Щербатюк О.В. Багатовимірність у вивченні агресивності. К. : «Вид-во Людмила»: Забезпечення психологічної допомоги в секторі Сил оборони України: зб. тез Всеукр. міжвід. психол. Форуму, 2022. С. 216.

ВПЛИВ ДОЗОВАНОЇ ХОДЬБИ НА ПСИХОЕМОЦІЙНИЙ СТАН ТА ЯКІСТЬ СНУ В ОСІБ СТАРЕЧОГО ВІКУ

Перегудов Єгор Олегович

студент

Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського

Відповідно до геронтологічної вікової класифікації, старечий вік охоплює період життя людини від 75 до 89 років. У цей період життя людини в організмі відбуваються природні вікові фізіологічні та соціальні зміни, які впливають на психоемоційний стан людини та якість її сну. Поступово знижуються функціональні резерви організму й адаптаційні можливості, рівень фізичної та соціальної активності, що може позначатися на емоційному благополуччі та режимі сну.

Психоемоційний стан осіб старечого віку формується під впливом різних емоційних, когнітивних і поведінкових чинників. Важливу роль у цьому відіграють рівень тривожності, емоційна стабільність, настрої, здатність адаптуватися до змін та загальне відчуття психологічного благополуччя. У старечому віці у людини підвищується ризик виникнення емоційної лабільності, тривожних і депресивних проявів через вікові зміни стану здоров'я, обмеження фізичної активності, зниження соціальної взаємодії, втрату близьких людей, зміну соціального статусу, самотність та залежність від сторонньої допомоги.

Важливим компонентом загального функціонального стану людини та одним із чинників, що визначають її денну активність і психоемоційне благополуччя є якість сну. У старечому віці відбуваються природні вікові зміни структури та архітектури сну. Сон стає менш глибоким і більш чутливим, частіше переривається нічними пробудженнями, а тривалість безперервного сну може зменшуватися. Також у людей цього віку нерідко виникають труднощі із засинанням або ранні пробудження, після яких не завжди вдається знову заснути. На сон також можуть негативно впливати больовий синдром, соматичні захворювання, медикаментозна терапія, порушення режиму дня, низька фізична активність, тривожність і депресивні прояви. Порушення сну супроводжується підвищенням дратівливості, емоційною нестабільністю, зниженням концентрації уваги та погіршенням суб'єктивної оцінки якості життя. Водночас підвищений рівень тривожності, депресивні прояви та емоційне напруження можуть ускладнювати засинання й спричиняти фрагментацію сну. Таким чином, формується взаємозалежний характер зв'язку, за якого погіршення психоемоційного стану сприяє порушенням сну, а недостатня якість сну, своєю чергою, негативно впливає на емоційне та когнітивне функціонування.

Варто розуміти, що сон — це не просто відпочинок, а активний процес, під час якого мозок обробляє інформацію, відновлює емоційний баланс і «перезавантажується». Повноцінним сном вважається сон тривалістю 7–9 годин.

Якісний і достатній сон допомагає знижувати рівень кортизолу (гормону стресу), стабілізує настрій, покращує когнітивні функції, сприяє підтриманню емоційної стабільності, стресостійкості, позитивного настрою та нормального функціонування когнітивних процесів. Хронічне недосипання може підвищувати ризик розвитку психічних розладів, зокрема депресії, біполярного та тривожних розладів.

Одним із важливих немедикаментозних методів покращення якості сну в осіб старечого віку є дозована ходьба. Регулярна фізична активність помірної інтенсивності може сприяти нормалізації режиму сну та неспання, зменшенню психоемоційного напруження, покращенню настрою та загального самопочуття. Варто зазначити, що дозована ходьба є доступним і безпечним засобом фізичної терапії, що спрямований не лише на підтримку фізичної активності, а й на покращення якості сну та емоційного стану осіб старечого віку.

Важливість сну для психоемоційного стану та здоров'я людини, а також вплив фізичної активності на покращення сну є предметом дослідження таких науковців, як: В. Дорошенко, К. Мелега, В. Фаворитов [1], Д. Котко, Н. Гончарук, О. Шматова, С. Шевцов [2], З. Жоу, Кс. Янг, З. Чен [3], Г. Жао, К. Лу, К. Йй [4], М. Ванг, К. Флекседер, А.Кілановські, С. Кресс, Г. Гербертг, Т. Счіковські, А. Петерс, М. Стандл [5], М. Ірвін [6] та інші.

Ознайомлення з результатами досліджень свідчить про позитивний вплив фізичної активності на якість сну. Емпіричні результати підтверджують, що підвищення рівня фізичної активності може сприяти покращенню показників сну незалежно від характеру та інтенсивності фізичного навантаження. Зокрема, збільшення обсягу фізичної активності асоціюється з підвищенням загальної тривалості сну, скороченням латентного періоду засинання та зростанням ефективності сну.

Фізичні навантаження мають потужний антидепресивний і протитривожний ефект. Це пояснюється тим, що під час руху виділяються ендорфіни – природні «гормони радості». Регулярна фізична активність сприяє покращенню сну, пам'яті, уваги і мислення, зниженню рівня стресу, підвищенню самооцінки. За даними численних досліджень, фізична активність може бути ефективною як підтримуюча терапія при депресії, тривозі, посттравматичному стресовому розладі.

Біохімічний вплив дозованої ходьби на якість сну пов'язаний із комплексною реакцією організму на помірне фізичне навантаження. Регулярна ходьба сприяє оптимізації нейрогуморальної регуляції, зокрема впливає на рівень кортизолу, серотоніну та інших нейромедіаторів, що беруть участь у регуляції настрою, стресової відповіді та циклу «сон–неспання». Помірна фізична активність допомагає знизити психоемоційне напруження та сприяє нормалізації вечірньої секреції мелатоніну, завдяки чому створюються сприятливі умови для засинання та більш тривалого й безперервного сну.

Регулярна дозована ходьба позитивно впливає на метаболічні процеси, сприяє покращенню чутливості до інсуліну, кровообігу та функціонального стану серцево-судинної системи, що сприяє підтриманню гомеостазу та покращує

якість і структуру сну. Варто розуміти, що вираженість біохімічних реакцій залежить від інтенсивності, тривалості та регулярності фізичного навантаження, а також від індивідуального функціонального стану людини.

Систематичне виконання дозованої ходьби помірної інтенсивності може сприяти зниженню рівня тривожності, покращенню емоційного стану та підвищенню якості сну в осіб старечого віку. Регулярні прогулянки позитивно впливають на психоемоційний стан пацієнтів, сприяють покращенню настрою, підвищенню впевненості у власній мобільності та зменшенню страху падіння. Регулярна фізична активність позитивно впливає на сон, сприяючи збільшенню його тривалості та суб'єктивної якості, зменшенню кількості нічних пробуджень і зниженню втомлюваності протягом дня.

Ефективність та безпека дозованої ходьби залежать від правильної організації середовища та врахування індивідуальних можливостей людини. Важливе значення мають ерготерапевтичні аспекти, зокрема оцінка безпечності простору, у якому здійснюється пересування. Ризик падіння можуть підвищувати вузькі коридори, обмежений простір для розвороту ходунків, нестійкі килимки, слизькі або нерівні поверхні, недостатнє освітлення та меблі, розташовані на шляху пересування. Тому перед початком програми дозованої ходьби доцільно провести аудит середовища та здійснити його адаптацію: забезпечити достатній вільний простір, встановити поручні, усунути перешкоди, використовувати нековзні покриття та забезпечити належне освітлення.

Не менш важливим є оцінювання фізичного стану особи старечого віку. На здатність безпечно пересуватися безпосередньо впливають зір, координація рухів, рівновага та сила м'язів. При виражених порушеннях координації, рівноваги або м'язової слабкості може виникати потреба в додатковому супроводі чи використанні допоміжних засобів пересування. Одночасно програма ходьби повинна бути індивідуалізованою та передбачати поступове збільшення тривалості й інтенсивності фізичного навантаження відповідно до функціонального стану пацієнта.

Організація дозованої ходьби передбачає визначення її тривалості, інтенсивності, частоти та безпечного маршруту. Під час проведення інтервенції доцільно фіксувати тривалість і відстань прогулянок, а також оцінювати самопочуття пацієнта. Важливим є спостереження за технікою ходьби, зокрема правильним перенесенням ваги тіла, підтриманням рівноваги та безпечним виконанням поворотів. За необхідності здійснюється контроль основних показників фізичного стану, зокрема частоти пульсу, артеріального тиску та суб'єктивного рівня втоми.

На регулярність дозованої ходьби значний вплив мають соціальні та психологічні чинники. Страх падіння, тривожність, знижений настрій, відсутність підтримки або небажання залишати кімнату можуть обмежувати фізичну активність осіб старечого віку. Тому важливо поєднувати фізичну терапію з психологічною підтримкою, мотиваційним супроводом та поступовим залученням людини до фізичної активності. Додатково можуть застосовуватися релаксаційні вправи, спрямовані на зниження психоемоційного напруження.

Для визначення ефективності дозованої ходьби необхідно проводити оцінювання психоемоційного стану та якості сну до і після впровадження програми. Це може включати анкетування, бесіди з пацієнтом та ведення щоденника сну, у якому фіксуються тривалість сну, кількість нічних пробуджень, суб'єктивна якість відпочинку та рівень втомлюваності протягом дня. Також доцільно оцінювати зміни настрою, рівня тривожності, активності протягом дня та залученості до соціальних контактів. На основі отриманих результатів формуються індивідуальні рекомендації щодо оптимальної тривалості, частоти та часу виконання ходьби, а також визначається необхідність додаткових фізичних або релаксаційних вправ.

Відповідно до рекомендацій Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), дозована ходьба для осіб старечого віку повинна підбиратися індивідуально, з урахуванням їхнього функціонального стану, рівня фізичної підготовленості та переносимості фізичного навантаження. Для малорухливих осіб доцільно розпочинати з нетривалих прогулянок тривалістю приблизно 10–15 хвилин, поступово збільшуючи їх до 20–30 хвилин. Оптимальна частота занять може становити 5 і більше разів на тиждень, залежно від фізичного стану людини [7].

Інтенсивність ходьби рекомендується підтримувати на помірному рівні: під час руху людина має відчувати певне прискорення дихання та серцебиття, але при цьому зберігати можливість вільно розмовляти без вираженої задишки. Орієнтовна швидкість ходьби може становити 3–5 км/год, однак для осіб старечого віку цей показник має визначатися індивідуально. Для людини, яка вже адаптована до фізичного навантаження, орієнтовна дистанція за одне заняття може становити 1–2 км. Загалом ВООЗ рекомендує особам віком 65 років і старше виконувати щонайменше 150 хвилин аеробної фізичної активності помірної інтенсивності на тиждень, за можливості поступово збільшуючи її до 300 хвилин. Водночас для людей із функціональними обмеженнями обсяг фізичної активності має визначатися відповідно до їхніх індивідуальних можливостей. Основним принципом є поступове збільшення тривалості, дистанції та інтенсивності ходьби без надмірного навантаження та з урахуванням самопочуття людини [7].

Таким чином, ефективна програма дозованої ходьби для осіб старечого віку повинна передбачати не лише безпосереднє виконання фізичного навантаження, а й комплексну оцінку фізичних, психоемоційних, соціальних та середовищних чинників. Систематичне спостереження за самопочуттям, настроєм і якістю сну дає змогу своєчасно коригувати тривалість, інтенсивність та умови виконання ходьби. Модифікація середовища в поєднанні з індивідуально підібраною дозованою ходьбою може сприяти зменшенню бар'єрів до фізичної активності, підвищенню безпеки пересування та покращенню психоемоційного стану і якості сну осіб старечого віку.

Дозована ходьба помірної інтенсивності, що проводиться з урахуванням індивідуального функціонального стану осіб старечого віку та в умовах безпечного й адаптованого середовища, може розглядатися як перспективний

засіб фізичної терапії для покращення психоемоційного стану та якості сну. Її систематичне застосування спрямоване на підвищення рівня фізичної активності, зниження тривожності, покращення настрою та нормалізацію сну.

Поєднання дозованої ходьби з ерготерапевтичною адаптацією середовища та психологічним супроводом створює умови для підтримання функціональної незалежності осіб старечого віку та покращення їхнього психоемоційного благополуччя і якості сну.

Список літератури

1. Дорошенко В., Мелега К., Фаворитов В. Роль фізичної активності у покращенні якості сну пацієнтів з різними порушеннями сну (огляд літератури). *Art of Medicine*. 3 (31) липень-вересень, 2024. С. 226-230. DOI: 10.21802/artm.2024.3.31.226.
2. Котко Д., Гончарук Н., Шматова О., Шевцов С. Рухова активність як одна з найпоширеніших форм покращення здоров'я різних груп населення. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова*. Випуск 9 (169) 2023. С. 74-81. DOI: 10.31392/NPU-nc.series15.2023.9(169).16.
3. Zhou Z, Yang X, Chen Z. Frequency of Vigorous physical activity and sleep difficulty in adolescents: A multiply-country cross-sectional study. *Complement Ther Clin Pract*. 2024 May;55:101843. DOI: 10.1016/j.ctcp.2024.101843.
4. Zhao H, Lu C, Yi C. Physical Activity and Sleep Quality Association in Different Populations: A Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2023 Jan 19;20(3):1864. DOI: 10.3390/ijerph20031864.
5. Wang M, Flexeder C, Kilanowski A, Kress S, Herberth G, Schikowski T, Peters A, Standl M. Changes in sleep duration and sleep difficulties from adolescence to young adulthood and the risk of obesity: Bidirectional evidence in the GINIplus and LISA studies. *Sleep Med*. 2023 Jan;101:401-410. DOI: 10.1016/j.sleep.2022.11.031.
6. Irwin MR. Sleep and inflammation: partners in sickness and in health. *Nat Rev Immunol*. 2019 Nov;19(11):702-715. DOI:10.1038/s41577-019-0190-z.
7. WHO Guidelines on Physical Activity and Sedentary Behaviour. World Health Organization 2020. National Library of Medicine. National Center for Biotechnology Information.
https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK566046/?utm_source=chatgpt.com

ВПЛИВ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ СУДНОВОДІННЯ НА ЕКОНОМІЧНУ ЕФЕКТИВНІСТЬ СУДНОВИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Гайченя Олександр Вікторович

к.т.н., доцент кафедри "Морські перевезення"
Національний Університет "Одеська морська академія"

Алексейчук Михайло Степанович

к.т.н., професор кафедри "Електронні комплекси судноводіння"
Національний Університет "Одеська морська академія"

Суднові перевезення полягають в прийомі вантажу у порту відправлення та його безпечній доставці в порт призначення. Економічна ефективність перевезення E визначається різницею між його прибутковою і витратною складовими. Прибутковою складовою E_p являється договірна вартість перевезення вантажу, а витратна складова E_v залежить від затрат на перевезення, які також включають вартість палива на перехід судна з порту завантаження до порту призначення. Тим чином, $E = E_p - E_v$ при умові забезпечення безаварійного перевезення вантажу. В разі виникнення навігаційної аварії виникають збитки G .

Якщо позначити через P_b ймовірність виникнення навігаційної аварії, то очікувану економічну ефективність перевезення E_o в першому наближенні можливо формалізувати наступним чином:

$$E_o = (1 - P_b)(E_p - E_v) + P_b G.$$

В подальшому розглянемо безаварійне перевезення вантажу і залежність економічної ефективності перевезення від методів забезпечення безпеки судноводіння. В першому наближенні критерій економічної ефективності з позицій судноводіння характеризується витратою палива на перехід судна з порту завантаження до порту призначення із середньою заданою швидкістю при забезпеченні безпеки судноводіння. Програмний маршрут руху судна між портами планується завчасно та відповідає вимогам безпеки та економічності. З множини безпечних маршрутів переходу вибирається найбільш економічний, який характеризується мінімальною витратою палива на перехід судна під час руху із середньою заданою швидкістю. Реалізація програмного маршруту характеризується співвідношенням сил упору гвинта та опору руху за мінімального відхилення реальної траєкторії від програмної. Як критерій економічної ефективності у загальному вигляді доцільно розглянути кількість палива P_t необхідну для переходу:

$$P_t = D_p S p_t,$$

де p_t - питома витрата палива на одну тонно-мілю при середній заданій швидкості судна на переході V_m ;

D_p - водотоннажність судна;

S - протяжність маршруту.

При цьому повинні дотримуватись вимог:

$$P_b = 0 \text{ и } S_p - S \rightarrow \min ,$$

де P_b – ймовірність аварії;

S_p - реальна довжина маршруту.

У режимі руху справедливо вираз [1]:

$$\mu V_y^2 = F \quad \text{або} \\ V_y^2 = \frac{F}{\mu}, \text{ тобто } V_y = \sqrt{\frac{F}{\mu}},$$

де V_y - встановлена швидкість судна;

F - сила упору гвинта;

μ - коефіцієнт опору руху.

Сила упору гвинта F , за інших рівних умов, залежить від поточної витрати палива p_t , середньої осідання T_m і диференту судна d , тобто $F = f(p_t, T_m, d)$. У свою чергу, коефіцієнт μ можна представити двома складовими: μ_1 - опір корпусу судна і μ_2 - опір пера руля при його відхиленні від ДП. Складова μ_1 залежить від диференту судна d , а μ_2 - від частоти кладки пера керма ω_h , тому $\mu = f_1(d, \omega_h)$. Отже:

$$V_y = \sqrt{\frac{f(p_t, T_m, d)}{f_1(d, \omega_h)}}.$$

Співвідношення між середньою заданою швидкістю V_m на переході і швидкістю судна, що встановилася, V_y характеризує величину поточної витрати палива. Якщо $V_y > V_m$, можна зменшити витрати палива p_t до значення $\tilde{p}_t$, у якому досягається рівність $V_y = V_m$.

Якщо при стандартній кількості витрати палива p_t можна вибрати величину диференту судна d і частоту кладки пера руля ω_h , які забезпечують максимальне значення V_y , що перевищує V_m , то можливо досягти мінімальної витрати палива $\tilde{p}_t$, що забезпечує задану швидкість V_m на переході.

Водотоннажність судна D_p за визначенням є сумою ваги судна порожнім W_0 , ваги судових запасів W_3 , ваги вантажу W_c та ваги баласту W_b , причому [2]:

$$D_p = W_0 + W_3 + W_c + W_b.$$

Реальна протяжність маршруту S_p є сумою запланованої протяжності маршруту S та додаткових втрат відстані ΔS , викликаних зносом судна щодо програмної траєкторії руху під впливом зовнішніх збурень, тобто $S_p = S + \Delta S$. З урахуванням вищевикладеного можна записати:

$$P_t = (W_0 + W_3 + W_c + W_b)(S + \Delta S)\hat{p}_t,$$

де $\hat{p}_t$ - середньозважене значення витрати палива, що може приймати значення $\tilde{p}_t$, відмінні від p_t залежно від співвідношення швидкостей V_y і V_m .

Величини W_0 , W_3 , W_c і S конкретного переходу є постійними параметрами, а W_b , ΔS і $\hat{p}_t$, - керованими перемінними. Тому в загальному вигляді вираз для критеріїв економічної ефективності можливо записати в такому вигляді:

$$P_t = f(W_b, \Delta S, \hat{p}_t).$$

Таким чином, виходячи з вищевикладеного, завдання підвищення економічної ефективності можна формалізувати у вигляді оптимізаційної задачі, причому як критерій оптимальності вибирається P_t . Сама оптимізаційна задача має такий вигляд:

$$P_t = f(W_b, \Delta S, \hat{p}_t) \rightarrow \min$$

$$P_b = 0,$$

в якій враховано обмеження щодо безпеки судноводіння.

Аналізуючи останній вираз, можна дійти висновку, що мінімізація критерію економічної ефективності P_t можлива вирішенням наступних задач:

1. Мінімізація необхідного для переходу баласту W_b .
2. Мінімізація додаткових втрат відстані ΔS .

Вказані напрями визначають концептуальне обґрунтування проблеми оптимізації економічної ефективності удосконаленням методів судноводіння.

Розробка першого підходу може бути актуальною для контейнеровозів, коли при завантаженні коректним розміщенням вантажу можлива мінімізація прийому баласту для забезпечення посадки та остійності судна.

Другий підхід передбачає мінімізацію траєкторної похибки, що характеризує різницю між програмною та дійсною траєкторіями руху судна, яка залежить від стратегії утримання судна на програмній траєкторії та точності контролю його місця.

Тому початкову оптимізаційну задачу можна подати у вигляді незалежних складових оптимізаційних завдань з мінімізації кількості баласту та втрат пройденої відстані.

Розглянемо детальніше можливості розв'язання перелічених завдань. Перше складове завдання оптимізації мінімізації кількості баласту необхідного на перехід вимагає визначення необхідних статичних моментів M_x і M_z відповідно по поздовжній та вертикальній осях судна, які забезпечують необхідну посадку, поздовжню міцність та остійність судна. Розміщення вантажу проводиться таким чином, щоб статичні моменти, що виникають, були максимально близькі до необхідних M_x і M_z . Прийомом мінімального баласту доводяться статичні моменти до необхідних значень.

У першому наближенні це завдання можна формалізувати в такий спосіб. Як критерій оптимальності вибираємо, як раніше вказувалося, кількість баласту, що приймається при завантаженні контейнерів. Отже, критерій оптимальності $K = W_b$, а сама оптимізаційна задача формалізується так:

$$K = \sum_{i=1}^m W_{bi} \rightarrow \min$$

$$\left(\sum_{i=1}^n W_{ci} X_{gi} + \sum_{i=1}^m W_{bi} X_{bi} \right) \in [\Delta \bar{M}_{xc*}, \Delta \bar{M}_{xc}^*];$$

$$\left(\sum_{i=1}^n W_{ci} Y_{gi} + \sum_{i=1}^m W_{bi} Y_{bi} \right) = 0;$$

$$\left(\sum_{i=1}^n W_{ci} Z_{gi} + \sum_{i=1}^m W_{bi} Z_{bi} \right) \in [\Delta \bar{M}_{zc*}, \Delta \bar{M}_{zc}^*];$$

$$F_{\max} < F_d,$$

де другий, третій і четвертий рядки обмеження статичних моментів за вимогами морехідної безпеки, а остання нерівність лімітує величину сили інерції, що виникає, на качці судна. В останньому виразі прийняті такі позначення:

m і n - відповідно кількість задіяних баластових танків та завантажених трюмів;

$\Delta \overline{M}_{xc*}, \Delta \overline{M}_{xc}^*, \Delta \overline{M}_{zc*}, \Delta \overline{M}_{zc}^*$ - гранично-допустимі значення статичних моментів, що задовольняють вимогам морехідної безпеки;

$W_{ci}, X_{gi}, Y_{gi}, Z_{gi}$ - кількість вантажу в i -му вантажному приміщенні та координати його центру тяжіння;

$W_{bi}, X_{bi}, Y_{bi}, Z_{bi}$ - кількість баласту в i -м баластному танку та координати його центру тяжіння;

F_{max} і F_d - відповідно найбільша сил інерції, що діє на кожен з контейнерів завантаження, і допустиме значення сили інерції.

Для вирішення даної оптимізаційної задачі спочатку необхідно сформувати множину допустимих завантажень Mn_B , що задовольняють обмеження з морехідної безпеки, а потім з отриманої множини виділити підмножину Mn_F , що задовольняє останньому обмеженню за силами інерції, що виникають, причому $Mn_F \subset Mn_B$. І, нарешті, з підмножини Mn_F вибирається оптимальне завантаження, при якому критерій оптимальності K набуває мінімального значення. При більш детальному аналізі оптимізаційної задачі виявляється, що можливе підмножина завантажень, коли обмеження оптимізаційної задачі досягаються розміщення контейнерів без прийому баласту. Отже, прийнятий критерій оптимальності втрачає сенс, а як критерій оптимальності можна запропонувати максимальну силу інерції F_{max} , що діє на контейнери при качці судна, яку слід мінімізувати.

При визначенні сил інерції слід враховувати зв'язок між завантаженням судна і параметрами його хитами, які визначають характеристики кутових прискорень, що виникають, і впливають на величину сил інерції.

Ще одним завданням є мінімізація втрат пройденої відстані, враховуючи, що ці втрати виникають з двох основних причин.

По-перше, тривалість реальної траєкторії більша за програмну через вплив зовнішніх збурень, і, по-друге, протягом рейсу виникають ситуації небезпечного зближення і судно проводить маневр розходження, замінюючи ділянку програмної траєкторії траєкторією розходження, що веде до втрати пройденої відстані ΔS . Отже, втрати пройденої відстані мають дві складові ΔS_1 та ΔS_2 . Складові ΔS_1 визначає втрати пройденої відстані через різницю довжини програмної та реальної траєкторій і характеризується траєкторною похибкою, яка є стохастичною. Тому необхідно знайти залежність траєкторної похибки від параметрів стратегії утримання судна на програмній траєкторії руху. Оптимізаційне завдання полягає у виборі параметрів стратегії управління, за яких мінімізується дисперсія траєкторної похибки. Якщо позначити через D дисперсію траєкторної похибки, а через u стратегію утримання судна на програмній траєкторії руху, завдання мінімізації складової ΔS_1 приймає такий вид:

$$D(u_o) \rightarrow \min$$
$$u_o \in U,$$

де u_o і U - відповідно оптимальна стратегія та множина допустимих стратегій.

Розглянемо складову ΔS_2 , коли судно до виконання маневру розходження відхиляється від програмної траєкторії руху і потім повертається на неї після закінчення маневру. Мінімізація цієї складової досягається, якщо буде мінімальна різниця ΔL між довжинами програмної ділянки L_{pr} і відповідною траєкторією розходження L_r при виконанні кожного маневру, тобто $\Delta L = L_r - L_{pr}$. Траєкторія розходження має ділянки ухилення та повернення на програмну траєкторію та її довжина завжди більша за ділянку програмної траєкторії, що з'єднує кінці траєкторії розходження. При цьому незмінною вимогою до траєкторії розходження є умова, щоб дистанція найкоротшого зближення судна з ціллю не перевищувала гранично допустиме значення. Розмір ΔL залежить від властивостей маневру розходження, тобто часу та курсу ухилення, а також часу та курсу повороту для виходу на програмну траєкторію руху. Якщо позначити через s_i параметри маневру розходження, то, очевидно $\Delta L(s_i)$, і задачу мінімізації складової втрати пройденої відстані ΔS_2 можна формалізувати таким чином:

$$\Delta L(s_{io}) \rightarrow \min$$
$$s_{io} \in S$$
$$D_{\min} \geq D_d.$$

де S - множина допустимих параметрів маневру розходження;

$D_{\min}$ і D_d - відповідно дистанція найкоротшого зближення та її гранично допустиме значення.

Отже, підвищення економічної ефективності розробкою досконаліших методів судноводіння може здійснюватися розглянутими напрямами рішенням відповідних оптимізаційних завдань, представлених у загальному вигляді.

Список літератури

1. И.А. Бурмака, Э.Н. Пятаков, А.Ю. Булгаков, *Управление судами в ситуации опасного сближения*, Saarbrücken, Deutschland: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2016.
2. Н.Н. Цымбал, Ю.Ю. Васьков, "Расчет границ множества допустимых стратегий проведения грузовых операций навалочных судов", *Судовождение*, Вып. 8, сс. 22 - 31, 2004.

ЦИТОЛОГІЧНІ ЗМІНИ ЗА ГНІЙНОЇ РАНИ У КОНЯ

Лебединський Данило Ігорович,

студент 4 курсу

Полтавський державний аграрний університет

Латухін Олег Євгенійович,

аспірант 4 курсу,

Полтавський державний аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Кулинич Сергій Миколайович,

д.в.н професор,

Полтавський державний аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Актуальність проблеми. Особливості перебігу ранового процесу суттєво залежать від локалізації ушкодження. Так, рани дистальних відділів кінцівок у коней загоюються значно складніше, ніж рани тулуба, що зазвичай зумовлено ризиком розвитку надмірної грануляційної тканини (гіпергрануляції) [1]. Хронічні рани, що тривалий час не гояться, є однією з найбільш поширених і фінансово обтяжливих проблем для власників коней і конярів. У патогенезі таких ушкоджень майже завжди наявні персистуюче джерело запалення та бактеріальна флора, усунення якої є критично важливим для відновлення регенерації. Санація та глибоке очищення рани є фундаментальною основою для вирішення цієї проблеми. [2]. У разі виникнення ран дистальних відділів кінцівок у коней, вони досить часто інфікуються *Staphylococcus aureus*, які ускладнюють перебіг ранового процесу [3].

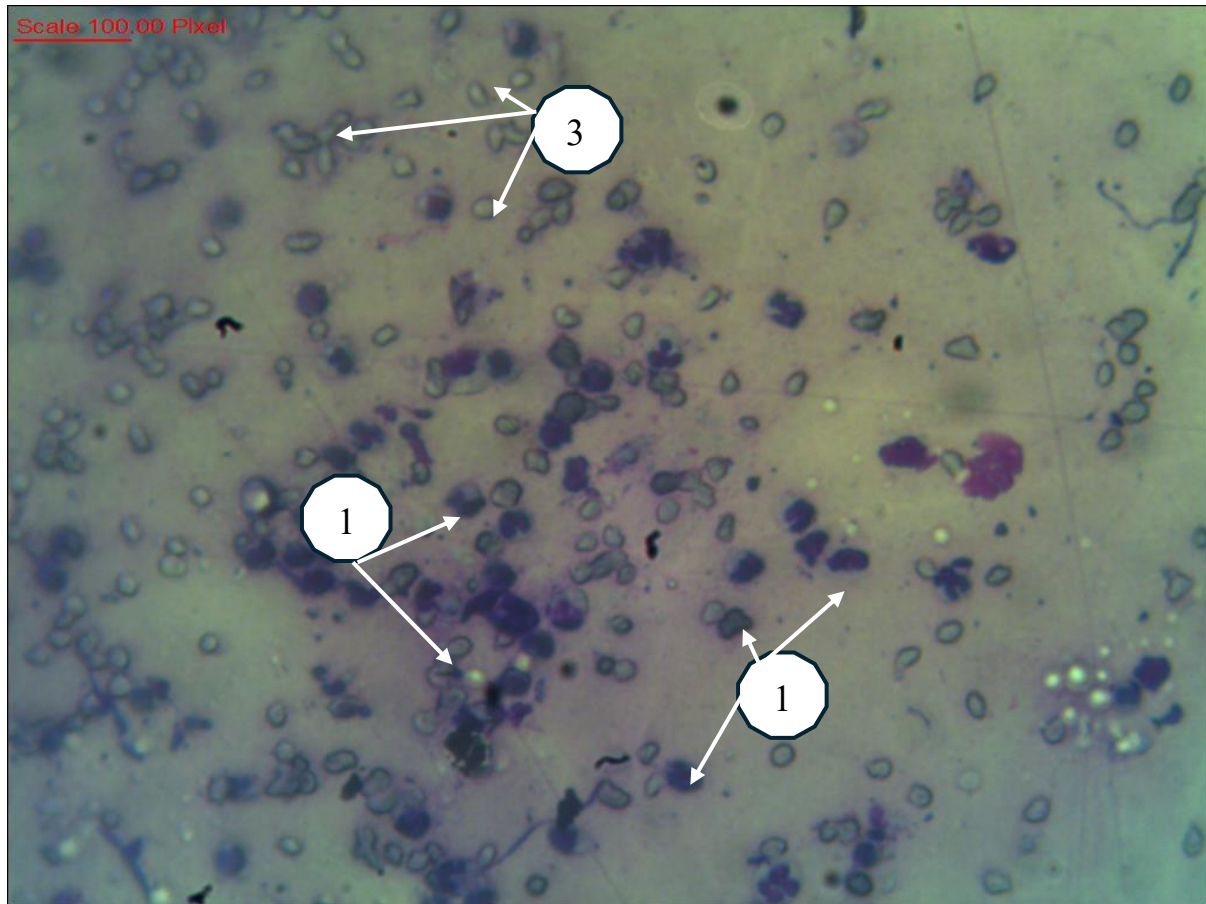
Мета досліджень Провести цитологічні дослідження у кобили Бежа 9 річного віку української верхової породи гнійної різаної рани в ділянці передпліччя правої грудної кінцівки.

Матеріали і методи досліджень Дослідження проводилися на поголів'ї коней протягом 2026 року в умовах кінного клубу «Ей-Ді». Проводили ексfolіативний цитологічний метод дослідження рани у пораненої кобили за Покровською та Макаровим. дослідженню підлягав рановий ексудат, що дав можливість вивчити клітинні реакції поверхневого шару рани. Проводили первинну хірургічну обробку гнійної рани. Очищали її від поверхневого гною, некротичних мас та залишків за допомогою стерильного ватно-марлевого тампону та робили з поверхні рани мазки відбитки в кількості трьох. Останні робили з поверхні рани досліджуваної тварини висушували та фабували. Для фарбування мазків використовували набір Лейкодіф 200 (Erba Lachema, Чехія) призначений для швидкого фарбування мазків крові.

Цитограми досліджували під мікроскопом Micromed оснащеним цифровою матрицею типу CMOS із роздільною здатністю 3,0 мегапікселя (приблизно 2048 x 1536 точок) при збільшенні 10x100.

Обробку отриманих результатів проводили на персональному комп'ютері за допомогою програм «Microsoft Excel» і «Statistica 6.0».

Результати досліджень. Цитологічним дослідженням мазка-відбитка (рис.). з гнійної рани встановлено наявність значної кількості клітин лімфоцитарного ряду, переважно нейтрофілів, частина з яких має ознаки дегенеративних змін.



1– сегментоядерні нейтрофіли; 2 – кокові бактерії; 3 – еритроцити.

Виявляли еритроцити, поодинокі та скупчені клітинні елементи, а також ділянки клітинного та некротичного детриту. На тлі запального ексудату візуалізуються дрібні базофільні гранулярні структури, морфологічно сумісні з бактеріальною флорою.

Таблиця

**Показники клітинного складу гнійної рани кобили Беха 9 річного віку
на першу добу спостереження $M \pm m$. (n=3)**

кількість лейкоцитів в полі зору	$14 \pm 0,4$
еритроцити	$43 \pm 3,2$
кокові форми бактерій	$7 \pm 0,6$

деструкція лейкоцитів, %	9±0,3
нейтрофіли, %	11±0,7
лімфоцити,	2±0,1
моноцити	1±0,1
полібласти	4±0,2
фібробласти	2±0,1
ендотеліоцити	3±0,1
епітелій	23±0,7

Висновок. 1. В результаті проведених досліджень було встановлено, що цитологічна картина гнійної рани відповідала активному гнійному запальному процесу, а саме фазі ексудації підтвердженням чого було був клітинний склад мазків-відбитків, а саме наявність в ньому: нейтрофілів, лімфоцитів, моноцитів, полібластів, фібробластів, ендотеліоцитів, еритроцитів а також кокових форм бактерій.

Список літератури

1. Eggleston, R. B. (2018). Wound management: wounds with special challenges. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 34(3), 511–538. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2018.07.003>
2. Maher, M., & Kuebelbeck, L. (2018). Nonhealing wounds of the equine limb. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 34(3), 539–555. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2018.07.007>.
3. Bodaan, C. J., Wise, L. M., Wakelin, K. A., Stuart, G. S., Real, N. C., Mercer, A. A., Riley, C. B., & Theoret, C. (2016). Short-term treatment of equine wounds with orf virus IL-10 and VEGF-E dampens inflammation and promotes repair processes without accelerating closure. *Wound Repair and Regeneration*, 24(6), 966–980. <https://doi.org/10.1111/wrr.12488>

The authors of the I International Scientific and Practical Conference «Integration of science and education: experience, realities, and perspectives» were representatives of the following educational institutions:

Odesa Polytechnic National University; National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”; State University of Information and Communication Technologies; Military Institute of Telecommunications and Informatization named after the Heroes of Kruty; Kharkiv National Automobile and Highway University; Poltava State Agrarian University; O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv; Lutsk National Technical University; Bohdan Khmelnytsky Melitopol State Pedagogical University; Institute of Economics, Management and Business; V. N. Karazin Kharkiv National University; Azerbaijan State University of Economics (UNEC); West Ukrainian National University; Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University; Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University; Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University; H. S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University; Ferenc Rákóczi II Transcarpathian Hungarian University; Azerbaijan State Oil and Industry University; State University of Economics and Technology; Educational and Scientific Legal Institute; Kharkiv National University of Internal Affairs; Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics; National University of Food Technologies; State Biotechnological University; Dnipro State Medical University; National University of Pharmacy; O. O. Bogomolets National Medical University; Uzhhorod National University; V. I. Vernadsky Taurida National University; National University “Odesa Maritime Academy” and others.

INTEGRATION OF SCIENCE AND EDUCATION: EXPERIENCE, REALITIES, AND PERSPECTIVES

Scientific publications

Proceedings of the I International Scientific and Practical Conference
«Integration of science and education: experience, realities, and perspectives»,
Florence, Italy. 229 p.
(September 8–11, 2026)

UDC 01.1

ISBN – 979-8-90553-932-9

DOI – 10.46299/ISG.2026.2.1

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: Burda Y. Burda Yurii adaptive airflow distribution strategies for enhancing contaminant removal in cleanrooms with displacement ventilation. Proceedings of the I International Scientific and Practical Conference. Florence, Italy. 2026. Pp. 41-44 URL: <https://isg-konf.com/integration-of-science-and-education-experience-realities-and-perspectives/>