

International Science Group

ISG-KONF.COM

**III International Scientific and Practical Conference
«Global scientific dialogue: challenges, innovations,
and future horizons»**

**September 22–25, 2026
Hamburg, Germany**

ISBN - 979-8-90553-916-9

DOI – 10.46299/ISG.2026.2.3

GLOBAL SCIENTIFIC DIALOGUE: CHALLENGES, INNOVATIONS, AND FUTURE HORIZONS

Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference

Hamburg, Germany
September 22–25, 2026

UDC 01.1

The III International scientific and practical conference “Global scientific dialogue: challenges, innovations, and future horizons” (September 22–25, 2026) Hamburg, Germany. International Science Group. 2026. 172 p.

ISBN – 979-8-90553-916-9

DOI – 10.46299/ISG.2026.2.3

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 ВИРОЩУВАННЯ ГРЕЧКИ	8
AGRONOMY		
2.	Зеленянська Н.М., Мавров В.Г., Рябий М.І. СОРТОСПЕЦИФІЧНА РЕАКЦІЯ МІКРОКЛОНІВ ВИНОГРАДУ НА ІМК-ВМІСНІ ПРЕПАРАТИ РІЗНИХ ПРЕПАРАТИВНИХ ФОРМ	11
ARCHITECTURE AND URBAN PLANNING		
3.	Ponochovnyi Y., Protas R. MODERN MATERIALS AND INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN BRIDGE CONSTRUCTION	15
CHEMISTRY		
4.	Koshchii I., Klimko Y. AMIDOALKYLING AGENTS IN THE SYNTHESIS OF SPIRO- DERIVATIVE NITROGENOUS HETEROCYCLES WITH A FRAMEWORK FRAGMENT	23
COMPUTER SCIENCE		
5.	Kravchenko N., Trishchun M. AI-ASSISTED SOFTWARE DEVELOPMENT: THE ROLE OF THE SOFTWARE ENGINEER	25
6.	Romanenko K. RESOURCE EFFICIENT ARTIFICIAL INTELLIGENCE ARCHITECTURES FOR TRANSPORT INFRASTRUCTURE MONITORING SYSTEMS	28
7.	Savchenko V. DATA AUGMENTATION METHODS FOR SKIN CANCER IMAGE CLASSIFICATION	33
8.	Крест Я.І.О., Катков Ю.І. ПРОЄКТ МЕТОДОЛОГІЇ ТА ПРОГРАМИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ДЛЯ ВАЛІДАЦІЇ ГІБРИДНОЇ МОДЕЛІ PARETO–NASH–MPC У МУЛЬТИАГЕНТНИХ СИСТЕМАХ РОЗУМНОГО БУДИНКУ	39

CONSTRUCTION AND CIVIL ENGINEERING		
9.	Gvozdetzkyi O. COMPLIANCE OF DBN V.2.5-39:2008 "HEAT NETWORKS" WITH MODERN TECHNOLOGIES AND APPROACHES TO HEAT SUPPLY	49
10.	Lipianin V. THEORETICAL AND METHODOLOGICAL FOUNDATIONS OF INDUSTRIAL ZONE REVITALIZATION IN POST-WAR UKRAINE	55
11.	Павловський С.В., Бурімов Д.Р. ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ ГАЗОПОСТАЧАННЯ СЕЛА БАРАНІВКА БОГОДУХІВСЬКОГО РАЙОНУ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ КОТЕЛЬНІ	58
12.	Павловський С.В., Борщевська К.Р. ТЕХНІЧНЕ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ГАЗОПОСТАЧАННЯ СЕЛА ЯРОШІВКА ХАРКІВСЬКОГО РАЙОНУ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ З ОПТИМІЗАЦІЄЮ ГАЗОВОГО ГОСПОДАРСТВА КОТЕЛЬНІ	62
13.	Павловський С.В., Слюсарчук Д.О. ПРОЄКТУВАННЯ ГАЗОВОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ СЕЛА БОГДАНІВКА ПОЛТАВСЬКОГО РАЙОНУ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ З ОПТИМІЗАЦІЄЮ РОБОТИ КОТЕЛЬНІ	66
14.	Устименко О.С., Редько О.Ф. РАЦІОНАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ГАЗОПОСТАЧАННЯ СЕЛА МИРНЕ БОРИСПІЛЬСЬКОГО РАЙОНУ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНЕ ВДОСКОНАЛЕННЯ КОТЕЛЬНІ	70
ECOLOGY		
15.	Boshkova I., Aryku A., Volgusheva N., Mukminov I. EXPERIMENTAL STUDY OF HEAT TRANSFER BETWEEN A DENSE BED OF GRANULAR MATERIAL AND A THROUGH-FLOW GAS STREAM	75
ECONOMICS		
16.	Ярошевич Н.Б., Івахів М.М. МОНЕТАРНА ТРАНСФОРМАЦІЯ ЯПОНІЇ: ВНУТРІШНІ ТА ГЛОБАЛЬНІ ЕКОНОМІЧНІ НАСЛІДКИ	80

EDUCATION		
17.	Бевзюк М.С., Білан В.А., Гребя І.З., Шовш К.С. ПРОФІЛАКТИКА БУЛІНГУ В ІНКЛЮЗИВНОМУ ОСВІТНЬОМУ СЕРЕДОВИЩІ ЗАСОБАМИ ПЕДАГОГІЧНОГО ПРОЄКТУВАННЯ	84
18.	Гончарук О.В., Бабій Л.А. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО РОЗВИТКУ МОЛОДШИХ ШКОЛЯРІВ ЗАСОБАМИ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	89
19.	Казачінер О.С., Бойчук Ю.Д., Галій А.І. THE CONVERSATIONAL FRAMEWORK AS A MODEL OF TEACHING AND LEARNING THROUGH INTERACTION	95
20.	Кондратьєва О.В. ДІАГНОСТИКА ТА ПРОФІЛАКТИКА ПОРУШЕНЬ ПОСТАВИ У ДІТЕЙ МОЛОДШОГО ШКІЛЬНОГО ВІКУ: СУЧАСНІ ПІДХОДИ, МАРКЕРИ ТА ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ	98
21.	Роман Н.М. НАРОДНА ПІСНЯ ЯК ЧИННИК МИСТЕЦЬКО-ТВОРЧОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ	102
22.	Хижко О.В. АУДІОЗАПИС ВЛАСНОГО ВИКОНАННЯ ЯК ЗАСІБ САМООЦІНЮВАННЯ СТУДЕНТА-ІНСТРУМЕНТАЛІСТА	105
23.	Чубенко В.А., Василенко І.О., Діхтяренко Л.М. ІНТЕГРАЦІЯ ЦИФРОВОЇ ГРАМОТНОСТІ ТА КОМУНІКАБЕЛЬНОСТІ У ПІДГОТОВКУ МЕДИЧНИХ І ФАРМАЦЕВТИЧНИХ КАДРІВ У СИСТЕМІ BLENDED LEARNING	107
HISTORY AND ARCHEOLOGY		
24.	Черняк С.Г. СТВОРЕННЯ ХАРКІВСЬКОГО ІСТОРИЧНОГО АРХІВУ	114
INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES		
25.	Tamarashvili G., Samkharadze R., Gachechiladze L. DEVELOPMENT OF DIRECTIONS FOR IMPROVING THE FUNCTIONING OF MONITORING SYSTEMS	117

26.	Лозовий О.А. МЕТОД АДАПТИВНОЇ СТРУКТУРНО-СЕМАНТИЧНОЇ СЕГМЕНТАЦІЇ ТЕКСТОВИХ ДОКУМЕНТІВ У СИСТЕМАХ ГЕНЕРАЦІЇ, ДОПОВНЕНОЇ ПОШУКОМ	122
LAW		
27.	Gahramanova N.R. YERLİ ÖZÜNÜİDARƏETMƏNİN SİYASİ NƏZƏRİYYƏLƏRİ	133
28.	Gahramanova N.R. YERLİ ÖZÜNÜİDARƏETMƏ ORQANLARININ DAYANIQLI İNKİŞAFININ BƏZİ ASPEKTLƏRİ.	135
29.	Кадикало О.І. МІЖНАРОДНІ СТАНДАРТИ СОЦІАЛЬНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МОЛОДІ	138
MANAGEMENT		
30.	Ахметов І.Р., Левківська Л.М., Павлюк Н.В. СОЦІАЛЬНА ПРИРОДА ОРГАНІЗАЦІЇ: БАЛАНС ФОРМАЛЬНИХ І НЕФОРМАЛЬНИХ СТРУКТУР У СУЧАСНОМУ УПРАВЛІННІ	143
MECHANICAL ENGINEERING		
31.	Щукін О.В. ЕНЕРГЕТИЧНО-ТЕРМОДИНАМІЧНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ПРОЦЕСІВ ТЕРТЯ ТА ЗНОШУВАННЯ ТРИБОСИСТЕМ БУДІВЕЛЬНИХ МАШИН	148
MEDICINE		
32.	Бардась Д.С., Мітюряєва-Корнійко І.О. КОРЕЛЯЦІЙНІ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКИ ПОКАЗНИКІВ КАРДІОРЕСПІРАТОРНОГО МОНІТОРИНГУ СНУ У ДІТЕЙ ІЗ ПАТОЛОГІЄЮ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ В УМОВАХ ВІЙНИ	151
33.	Одайський О.М., Мітюряєва-Корнійко І.О. АСОЦІАЦІЯ ХАРЧОВИХ ФАКТОРІВ ІЗ ХРОНІЧНИМИ УСКЛАДНЕННЯМИ ЦУКРОВОГО ДІАБЕТУ 1 ТИПУ У ДІТЕЙ	154

PHILOLOGY		
34.	Григорян Н.В., Рожeluk І.Я. АНТРОПОМОРФІЗАЦІЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В АНГЛІЙСЬКІЙ МОВІ	157
35.	Кучма Т.В. ПРОБЛЕМАТИКА РОЗВИТКУ ІНШОМОВНОЇ МІЖКУЛЬТУРНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ У СФЕРІ ПЕРЕКЛАДУ	160
PSYCHOLOGY		
36.	Котляр О.О. РОЛЬ САМОПРЕЗЕНТАЦІЇ У ФОРМУВАННІ ПСИХОЛОГІЧНОГО ІМІДЖУ ПІДПРИЄМЦЯ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ	163
PUBLIC MANAGEMENT AND ADMINISTRATION		
37.	Гаврилюк М.В., Хмиров І.М., Вавренюк С.А. ПРОБЛЕМНІ АСПЕКТИ ВЗАЄМОДІЇ ОРГАНІВ ПУБЛІЧНОЇ ВЛАДИ ТА ІНСТИТУТІВ ГРОМАДЯНСЬКОГО СУСПІЛЬСТВА У РЕАГУВАННІ НА ГУМАНІТАРНІ ПОТРЕБИ НАСЕЛЕННЯ	167

ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ГРЕЧКИ

Корчак Микола Миколайович

к.т.н., доцент

Заклад вищої освіти “Подільський державний університет”

Вирощування гречки передбачає використання високопродуктивних сортів, точне внесення добрив, ретельний контроль бур'янів та шкідників, а також оптимальні строки сівби. Основними факторами є родючий ґрунт, посів при прогріванні, застосування борних добрив та розміщення пасік (2-4 бджолосім'ї на га) для підвищення врожайності [1, 2].

Сорти. Для інтенсивної технології вирощування гречки найкраще підходять детермінантні (низькорослі) та середньостиглі сорти, стійкі до вилягання, які здатні максимально реалізувати потенціал родючих ґрунтів і добрив. Серед найкращих сортів – Українка, Дощик, Надія, Любава, Майська, Антарія, Крупинка, Сумчанка, Слобожанка. а також сучасний сорт Рубра, що витримує пізні заморозки [3].

Обробіток ґрунту. Після збирання цукрового буряка проводять дискування важкими дисковими боронами на глибину 6-8 см відразу після збирання попередника.

Основний обробіток ґрунту включає оранку на глибину 25-27 см. На початку весняно-польових робіт проводять боронування важкими зубовими боронами.

Передпосівну культивацію виконують на глибину від 4 до 8 см залежно від вологозабезпечення посівного шару ґрунту [3].

Внесення добрив. Основне під оранку – N40P50K60; в рядки під час сівби – нітрофоска 0,1 т/га.

Сівба. За 15 днів до сівби насіння протруюють Сульфокарбатіон, П 20 г/т, мікродобривами (сульфат марганцю, сульфат цинку, мідний купорос, борна кислота) та стимуляторами росту (емістим С – 20 мг/т). Сівбу здійснюють при прогріванні посівного шару ґрунту до 8-10 °С.

Норма висіву – при широкорядному способу посіву – 2,0-2,5 млн. шт. схожого насіння на 1 га; при рядковому – 3,0-3,5 млн. шт. схожого насіння на 1 га. Глибина загортання насіння від 4 до 8 см [3].

Збирання врожаю. Гречку доцільно збирати в фазі побуріння 65-75% зерен на рослинах. Через 3-5 днів при вологості зерна 15-17% проводять підбір валків [3].

Висновки. Отже, для ефективного проведення усіх запланованих операцій при вирощуванні гречки за інтенсивною технологією потрібно чітко дотримуватися агротехнічних вимог та враховувати її технологічні 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>

СОРТОСПЕЦИФІЧНА РЕАКЦІЯ МІКРОКЛОНІВ ВИНОГРАДУ НА ІМК-ВМІСНІ ПРЕПАРАТИ РІЗНИХ ПРЕПАРАТИВНИХ ФОРМ

Зеленянська Наталя Миколаївна

доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник,
заступник директора з науково-інноваційної діяльності
Національний науковий центр «Інститут виноградарства і виноробства
імені В. Є. Таїрова» НААН України

Мавров Віталій Георгійович

аспірант
Національний науковий центр «Інститут виноградарства і виноробства
імені В. Є. Таїрова» НААН України

Рябий Микола Ігорович

доктор філософії, науковий співробітник
Національний науковий центр «Інститут виноградарства і виноробства
імені В. Є. Таїрова» НААН України

Ефективність мікроклонального розмноження винограду визначається здатністю рослинного матеріалу реалізовувати морфогенетичний потенціал за конкретних умов культивування. Одним із ключових чинників регуляції морфогенезу в культурі *in vitro* є склад поживного середовища та застосування регуляторів росту. Особливе значення серед ауксинів має індоліл-3-масляна кислота (ІМК), дія якої не обмежується тільки індукцією ризогенезу, а може проявлятися у змінах проліферації пагонів, розвитку надземної частини та формування кореневої системи [1, 2].

Відомо, що реакція винограду на регулятори росту залежить від генотипу. Навіть за однакових умов культивування сорти можуть відрізнятися за регенераційною здатністю, інтенсивністю росту та формуванням кореневої системи, що зумовлює необхідність диференційованого підходу до оптимізації протоколів мікроклонального розмноження [3, 4]. Разом із концентрацією діючої речовини вагоме значення можуть мати препаративна форма ІМК-вмісного препарату та спосіб його застосування. Тому оцінювання реакції різних генотипів на такі препарати доцільно здійснювати за комплексом показників морфогенезу.

Метою дослідження було встановити особливості морфогенетичної реакції мікроклонів винограду сортів Загрей та Оригінал на застосування ІМК-вмісних препаратів різних препаративних форм і концентрацій в умовах *in vitro*.

Дослідження проводили у 2023–2025 рр. у відділі розсадництва, розмноження та біотехнології винограду ННЦ «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова».

Об'єктами досліджень були ініціальні експланти та мікроклони технічного сорту Загрей і столового сорту Оригінал. Рослинний матеріал культивували за температури 24–25 °C, 16-годинного фотоперіоду, освітленості 2500–3000 лк і відносної вологості повітря 60–70 %.

У дослідженнях використовували порошкові ІМК-вмісні препарати Grandis (0,6 % ІМК), Rhizopon AA (0,5; 1,0 та 2,0 % ІМК), Chryzoplus Grey (0,8 % ІМК) та гелеподібні препарати Clon-M (0,30 % ІМК) і Clonex Gel (0,31 % ІМК). Grandis, Rhizopon AA і Chryzoplus Grey вносили до поживного середовища МС у різних концентраціях. Clon-M і Clonex Gel застосовували локально, обробляючи базальну частину мікрочубуків перед висаджуванням на безгормональне середовище МС.

Порівняльне оцінювання двох сортів показало, що сортові відмінності проявлялися вже на початкових етапах морфогенезу. У більшості варіантів Загрей характеризувався вищою проліферативною активністю порівняно з Оригіналом. Найбільш сприятливим для ранньої проліферації в обох сортів виявився варіант із нижчою досліджуваною концентрацією препарату Rhizopon AA 0,5 % – 0,125 % (6,25 мг/л ІМК). На 15-ту добу частка експлантів із проліферацією пазушних бруньок дорівнювала 14,0 % у Загрею та 10,0 % в Оригіналу при 12,0 і 9,0 % у відповідних контрольних варіантах. Зі збільшенням концентрації ІМК-вмісних препаратів початок проліферації затримувався в обох сортів, а за максимальної досліджуваної концентрації препарату Rhizopon AA 2,0 % проліферації пазушних бруньок на 10-ту добу не спостерігали.

Відмінності між сортами чіткіше проявилися під час подальшого формування вегетативної маси. У Загрею за нижчої досліджуваної концентрації препарату Rhizopon AA 0,5 % висота мікроклонів дорівнювала 12,4 см при 11,0 см у контролі, кількість листків – 10,0 при 8,0 шт. у контролі, площа листової поверхні – 52,0 при 35,2 см² у контролі, облистяність – 4,2 при 3,2 дм²/м у контролі. Площа листової поверхні перевищувала контроль на 47,7 %, а облистяність – на 31,3 %.

У сорту Оригінал цей самий варіант також забезпечував позитивну реакцію, проте вона була менш вираженою. Висота мікроклонів дорівнювала 13,0 см при 12,0 см у контролі, площа листової поверхні – 50,0 при 45,0 см² у контролі. Кількість листків залишалася на рівні контролю – 10,0 шт., а облистяність відрізнялася незначно – 3,8 при 3,7 дм²/м у контролі. Отже, після застосування однакової концентрації препарату Rhizopon AA 0,5 % стимулюючий ефект щодо розвитку листового апарату чіткіше проявлявся у сорту Загрей, що підтверджує генотипову специфічність морфогенетичної реакції.

Обидва генотипи мали подібну спрямованість реакції на підвищення концентрацій ІМК-вмісних препаратів. Із збільшенням концентрації поступово зменшувалися висота мікроклонів, кількість та площа листків, площа листової поверхні та облистяність. Найнижчі значення комплексу біометричних показників у Загрею та Оригіналу встановлено за максимальної концентрації препарату Rhizopon AA 2,0 %. Після локального застосування гелеподібних препаратів Clon-M і Clonex Gel показники розвитку вегетативної маси обох

сортів переважно залишалися близькими до контрольних.

Інший характер сортоспецифічної реакції встановлено під час формування кореневої системи. В обох сортів збільшення концентрації ІМК-вмісних препаратів супроводжувалося збільшенням кількості коренів I і II порядків при одночасному зменшенні їх довжини. У сорту Оригінал ця залежність проявлялася виразніше. За максимальної досліджуваної концентрації препарату Rhizopon AA 2,0 % кількість коренів I порядку збільшилася з 7,5 шт. у контролі до 14,5 шт., а їх загальна довжина зменшилася з 40,5 до 22,0 см, середня довжина одного кореня – з 5,4 до 1,5 см.

У сорту Загрею у цьому ж варіанті кількість коренів I порядку збільшилася з 6,5 до 13,0 шт., але загальна їх довжина зменшувалась з 46,0 до 28,0 см, а середня довжина одного кореня – із 7,0 до 2,1 см. Таким чином, за високого ауксинового навантаження для обох сортів було характерно посилення ініціації утворення коренів при одночасному зменшенні їх довжини. Проте кількісне співвідношення цих змін залежало від генотипу.

За підвищених концентрацій препаратів Rhizopon AA та Chryzoplus Grey на базальних частинах мікрочубуків відмічали інтенсивне калусоутворення. За нижчих концентрацій цих препаратів (Rhizopon AA 0,5 і 1,0 %) отримано найбільшу кількість експлантів із ознаками ризогенезу без вираженого формування калусних мас. Використання Clonex Gel також забезпечувало вищі за контроль показники ризогенезу в обох сортів без вираженого калусоутворення.

Порівняння реакції мікроклонів на порошкові препарати, які вводили до поживного середовища, та на локальне застосування гелеподібних форм показало відмінності у характері морфогенетичної відповіді. Після обробки Clon-M та Clonex Gel кількість коренів I порядку в обох сортів перевищувала контроль: у Загрею вона дорівнювала відповідно 13,0 і 12,5 шт. при 6,5 шт. у контролі, в Оригіналу – 14,5 і 13,6 шт. при 7,5 шт. у контролі. Проте довжина сформованих коренів була меншою за контрольну. При цьому надземна частина рослин за локального застосування гелеподібних препаратів за більшістю показників залишалася на рівні контролю.

Отже, результати досліджень засвідчили, що реакція мікроклонів винограду на ІМК-вмісні препарати визначається комплексом факторів і має виражені генотипові особливості. Загрей характеризувався вищою проліферативною активністю та більш вираженою позитивною реакцією листового апарату на нижчі концентрації препаратів. У Оригіналу сильніше проявлялася залежність кількісних та лінійних параметрів кореневої системи від концентрації препаратів. Спільною для обох сортів була негативна реакція надземної частини на високі концентрації ІМК та формування більшої кількості, але коротших коренів.

Найбільш збалансовану морфогенетичну реакцію обох сортів забезпечувала нижча концентрація препарату Rhizopon AA 0,5 % – 0,125 % (6,25 мг/л ІМК), яка забезпечувала оптимальні показники проліферації, розвитку надземної частини та кореневої системи. Локальне застосування гелеподібних ІМК-вмісних

препаратів забезпечувало інший тип морфогенетичної відповіді – збільшення кількості коренів за відносно незначних змін розвитку надземної частини.

Отже, одержані результати обґрунтовують необхідність диференційованого добору ІМК-вмісних препаратів, їх концентрацій і способів застосування з урахуванням генотипу винограду.

Список літератури

1. Nookaraju A., Barreto S. M., Agrawal D. C. Rapid *in vitro* propagation of grapevine cv. Crimson Seedless – Influence of basal media and plant growth regulators. *Journal of Applied Horticulture*. 2008. Vol. 10, No. 1. P. 44–49. DOI:10.37855/jah.2008.v10i01.09.
2. Gago J., Martínez-Núñez L., Molist P., Gallego P. P. Effect of three auxins and sucrose on *in vitro* rooting in soil and acclimatization of *Vitis vinifera* L. ‘Albariño’. *Acta Horticulturae*. 2009. Vol. 812. P. 359–364. DOI:10.17660/ActaHortic.2009.812.50
3. Зеленянська Н. М., Самофалов М. О. Регенераційна здатність підщепних і технічних сортів винограду у культурі тканин і органів *in vitro*. Таврійський науковий вісник. 2022. Вип. 123. С. 67–76. DOI: 10.32851/2226-0099.2022.123.10.
4. Зеленянська Н. М., Самофалов М. О. Підвищення адаптивності мікроклонів винограду в умовах *in vitro*. *Аграрні інновації*. 2022. № 11. С. 25–31. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.11.3>

MODERN MATERIALS AND INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN BRIDGE CONSTRUCTION

Ponochovnyi Yuriy

Dr.Sc., Professor

Department of Information Systems and Technologies
Poltava State Agrarian University, Ukraine

Protas Rostyslav

Higher education student

Faculty of Civil Engineering
Czestochowa University of Technology, Poland

The global bridge construction market is undergoing a dynamic transformation driven by aging infrastructure, climate change, and increasing urbanization. In 2024, the global bridge construction market was valued at \$368.55 billion [1]; in 2025, it was valued at \$724.7 billion [2]; and it is projected to reach \$1.0 trillion by 2032 [2].

Building bridges helps improve traffic flow and economic integration.

Demand for new engineering structures in North America is driven by rapid urbanization, infrastructure expansion, the growth of e-commerce, and, consequently, increased transportation volumes, and is stimulated by government investment, whereas in Europe, demand is driven by the expansion of connectivity projects and the development of transportation systems; The focus is on the repair and modernization of outdated crossings using EU funds and within the framework of sustainable development policy [1].

The growth of logistics and freight transportation is creating a demand for strong and durable bridges; climate change and the high frequency of natural disasters are increasing the demand for sustainable bridge construction. The issue of bridge durability has become a critical concern today.

To address these challenges, the civil engineering industry is moving away from traditional, monolithic reinforced concrete structures in favor of advanced composites, self-healing systems, and digital life-cycle management of structures.

The purpose of our study is to review, summarize, systematize, and critically analyze modern material and innovative technologies, and to assess their potential for use in bridge construction.

Concrete remains the traditional material in the bridge construction market. The dominance of this material is explained by its versatility, durability, and relative cost-effectiveness. Its resistance to weathering, corrosion, and fire broadens its application and makes it suitable for diverse regions, while the availability of raw materials for concrete bridges ensures the cost efficiency of its use in construction [1]. Owing to its high compressive strength, reinforced concrete remains the primary structural material of modern bridge engineering. However, it still has an inherent propensity for cracking under the influence of tensile stresses and temperature fluctuations. In an aggressive

bridge environment, the emergence of cracks opens pathways for the ingress of water, oxygen, and chlorides, which triggers accelerated corrosion of the steel reinforcement.

In order to extend the service life of buildings, more and more countries are adopting new materials and technologies.

The fastest-growing segment of the bridge construction market is the use of stainless steel composites, thanks to their high strength and faster installation. The high tensile strength of steel-composite bridges extends their service life, which is particularly important for regions prone to natural disasters. In addition, the advantages of steel composites for bridge construction include advances in corrosion-resistant coatings, weather-resistant steels, and galvanizing methods [1].

But today, these durable materials are considered “traditional,” while newer, innovative materials and technologies are expanding existing possibilities. The chemical and materials industries are rapidly evolving and introducing innovations by integrating digital and smart features into materials, thereby improving critical properties such as heat resistance, tensile strength, and corrosion resistance [3].

New materials are stronger and more environmentally friendly, and they do things that weren't possible before.

Let's examine and compare traditional materials and selected next-generation technologies (Table 1).

Table 1.

A Comparison of Traditional Materials and Selected Next-Generation Technologies

Material properties	Traditional materials	Modern Materials and Technologies	Key Differences and Engineering Advantages
Concrete Formwork	Standard structural concrete (C30/37–C50/60), w/c = 0.40–0.50	UHPC / UHPFRC with nanosilica (w/b < 0.25, fibers 1.5–3.5% by volume)	Compressive strength >150 MPa vs. 30–50 MPa; virtually zero porosity; ductility and strain hardening instead of brittle fracture.
Reaction to Scratches	Passive (no repair or autogenous healing of microcracks up to 30–50 µm only)	Active SMA alloys (NiTiNb) + crystalline additives (CA)	Active crack closure: 84–90% reduction in crack width; up to 35% recovery of stiffness; self-stressing capability (+39% load-bearing capacity).
Severe damage	Manual Injections of Epoxy Resins / PCC Mortar	Encapsulation and bacterial biomineralization (MICP)	Autonomous sealing of defects ranging from 100 to 500 µm without the need for inspection or taking the bridge out of service.

Continuation of Table 1.

Material properties	Traditional materials	Modern Materials and Technologies	Key Differences and Engineering Advantages
Structural Reinforcement	Standard carbon steel, susceptible to corrosion	Allium rebar (carbon steel, stainless steel-clad)	3 times higher fatigue and corrosion resistance; a stainless steel corrosion barrier that preserves the load-bearing capacity and manufacturability of the carbon steel core (lifespan: 100 years).
Chemical additives	Petrochemical superplasticizers, high VOC emissions.	Bioplasticizers and bio-additives (e.g., Thermax)	A 45% reduction in the carbon footprint of additives; an 80% decrease in VOC emissions.
Bridge deck waterproofing	Heat-weldable roofing membranes, bituminous membranes made from crude oil	Eco-friendly membranes (e.g., SikaProof Eco-Line)	More than 70% of the raw material base comes from renewable sources, while maintaining complete leak-tightness.
Construction method	Traditional formwork and monolithic in-situ concrete pouring	3D Printing (Robotic Extrusion)	Elimination of formwork, optimization (material placed where stresses occur), production of components in a shorter time.

Source of the table: compiled by the author based on analysis [3-14]

The following innovative material and structural technologies can be identified in modern bridge construction:

1. Next-Generation Concretes: UHPC and Nanotechnology. Ultra-high-performance concrete (UHPC) is a significant innovation in terms of the durability of engineering structures [4, 5].

□ *Mechanical and physical properties*: Ultra-high-strength concrete achieves a compressive strength of over 150 MPa, and thanks to its low water-to-cement ratio ($w/b < 0.25$) and optimized density, its porosity and permeability to chloride ions are negligible [5].

□ *Dispersed reinforcement (UHPFRC)*: Adding 1.5–3.5% high-strength steel fibers prevents brittle failure. These fibers effectively bridge microcracks, which promotes stress redistribution and achieves the strain-hardening effect. This increases the element's ductility and toughness, making it possible to design lighter and thinner slabs for bridge structures [4, 5].

□ *Nanostructural modifications*: The use of nanosilica activates pozzolanic reactions with calcium hydroxide ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), forming a dense C-S-H phase. This eliminates weak points in the matrix and densifies the interface transition zone (ITZ) between the cement paste and the aggregate [5].

The integration of carbon nanotubes (CNTs) differs fundamentally from preceding methods. The nanotubes function as nano-reinforcement: due to their exceptional

molecular-level strength, they effectively bridge microdefects within the hardened cement paste matrix, preventing microcracks from propagating into major destructive fractures. Furthermore, CNTs exhibit high electrical conductivity. When uniformly dispersed throughout the concrete, they establish a continuous piezoresistive network within the structure. As the bridge deforms under traffic loads or experiences internal stress, the electrical resistance of the concrete shifts accordingly. This provides a distinct self-sensing capability: the structural bridge concrete itself transforms into an extensive, highly sensitive sensor capable of instantaneously signaling computerized systems regarding the onset of critical internal strain long before any cracking becomes visually detectable [6, 7].

2. Active and passive self-healing systems. The phenomenon of cracking in concrete under bridge service conditions is widespread; however, advanced materials science mechanisms enable autonomous mitigation of this phenomenon [4, 5].

Shape memory alloys (SMAs): A novel solution involves the application of pre-deformed nickel-titanium-niobium (NiTiNb) alloy rods [4, 8, 9]. SMA rebars possess the unique capability to deform and subsequently recover their initial shape upon thermal activation. Consequently, thermal activation (via electrical resistance or induction heating) following crack initiation forces the alloy to revert to its original geometry. This mechanism generates recovery forces that close the crack lips, reducing crack width by 90% in fiber-reinforced concrete (FRC) and by 84% in ultra-high-performance concrete (UHPC), while simultaneously restoring up to 35% of the original secant stiffness. On the other hand, activating the rods prior to the application of external loads enables anchorless prestressing, thereby increasing the load-bearing capacity of UHPC members by up to 39% [4]. A significant technical challenge during the induction heating of UHPC is the risk of explosive concrete spalling, induced by the dense matrix microstructure and the inclusion of steel fibers; this hazard can be effectively mitigated through the addition of low-melting-point polypropylene microfibers [4].

□ *Autogenous self-healing and crystalline admixtures (CA):* When moisture penetrates through cracks in UHPC concrete, the unhydrated cement grains resume the hydration reaction, while dissolved CO_2 causes the precipitation of calcium carbonate (CaCO_3) [5]. This process heals cracks up to 100 μm wide, and specialized crystalline admixtures significantly reduce the reaction time [5].

□ *Encapsulation and biomineralization (MICP):* For defects 100–500 μm wide, autonomous methods are used: polymer or mineral microcapsules, which rupture as the crack propagates and release repair resins, or bacterial biomineralization (*Bacillus subtilis*), in which bacteria synthesize calcium carbonate in the presence of moisture and urea [5].

Capsule-Based Concrete relies on the fact that the capsule shells added to the concrete matrix remain intact during concrete mixing but break down under mechanical stress when a crack forms.

Bio-concrete technology is based on the incorporation of spore-forming bacteria into the concrete mix along with a nutrient medium, in which they remain dormant. When a crack measuring 0.3 to 0.8 mm in width occurs in the concrete and allows

moisture and oxygen to ingress, the bacteria are activated and metabolically decompose calcium lactate. A byproduct of this chemical reaction is the precipitation of calcium carbonate (limestone), which physically fills and seals the crack within 2 to 4 weeks. Bio-concrete is a leading innovation in green construction, as it significantly reduces chloride permeability in concrete, extends the service life of structures, and minimizes repair requirements [10].

3. Sustainable chemistry and corrosion control engineering. The requirements of decarbonization and multi-criteria green building certifications (LEED, BREEAM) dictate the need to reduce the embodied carbon footprint and phase out petrochemical feedstocks [1].

□ *Bioplasticizers and environmentally friendly admixtures:* Petroleum-based additives are giving way to formulations based on plant-derived resins and biodegradable polymers. Through the application of bio-admixtures, the carbon footprint of construction chemical processes is reduced by nearly 45%, while environmental agency data indicate that volatile organic compound (VOC) emissions decrease by 80% [1].

Driven by stringent environmental regulations and the requirements of sustainable green construction, the field of construction chemicals is undergoing a fundamental shift: transitioning from conventional petrochemical-based additives toward bio-based alternatives, including plant resins, enzymes, and biodegradable polymers. Such bioplasticizers, non-toxic retarders, and bio-based waterproofing agents are currently being integrated into construction engineering practices [11].

□ *Renewable materials in waterproofing:* In modern bridge engineering, during both the construction and rehabilitation of infrastructure facilities, eco-friendly renewable waterproofing materials—particularly polymer membranes manufactured with renewable raw materials—are increasingly gaining traction. Such materials are employed for the waterproofing and protection of concrete bridge structures and bridge deck slabs, concurrently enhancing their durability and reducing the environmental impact of construction works [12]. A notable example is the SikaProof Eco-Line waterproofing membrane series, which incorporates over 70% renewable raw materials in its composition [13].

□ *Clad rebar:* Clad rebar represents a promising hybrid reinforcement technology for bridge structures. In particular, Allium Engineering has developed rebar featuring a carbon steel core encased in an outer layer of stainless steel, significantly enhancing its corrosion resistance. The technology is tailored for application in concrete bridge structures and possesses the potential to extend their service life to 100 years or more. A critical advantage of this material is its full compatibility with standard rebar fabrication and installation practices [14].

4. Industrial prefabrication, 3D printing, and digitalization. The automation of construction processes directly leads to reduced construction schedules and minimizes traffic disruptions [2].

□ *3D printing via Additive Manufacturing:* The elimination of formwork enables topological optimization. Early implementations of pedestrian bridges (notably by the

consortium of Simpliforge Creations and IIT Hyderabad) demonstrate that robotic concrete extrusion technologies allow for the fabrication of a superstructure in under two hours, facilitating immediate on-site assembly [1, 2].

□ *Mathematical modeling and digitalization*: Advanced analysis and simulation of load dynamics optimize decision-making and integration with BIM environments during the early stages of engineering design and training [2].

□ *Life-cycle optimization (LCC/LCA)*: The application of ultra-high-performance concrete (UHPC) cementitious composites and self-healing systems reduces total life-cycle costs (LCC) by 20–35% over a 50-year perspective. Furthermore, mitigating the required frequency of maintenance and repair operations decreases the embodied carbon footprint by 25–35% [5].

The implementation of novel materials and advanced technologies provides substantial advantages, notably financial cost savings, the extension of structural service life, and the mitigation of adverse environmental impacts. A comparative analysis of the benefits associated with selected technologies is presented in Table 2.

Table 2.

Engineering, economic, and environmental benefits of implementing the selected technologies

Type of Advantage	Parameter	Traditional solutions	Implementation of New Technologies	Tangible operational and engineering benefits
Durability and service life	Design service life of the structure	Standard: approx. 50 years (frequently requiring the first major rehabilitation after 15–20 years)	Allium stainless-clad rebar + concrete UHPC	Extension of failure-free service life to 100 years; 3-fold higher fatigue and corrosion resistance of bridge deck slabs.
Load-bearing capacity and dead load	Member load-bearing capacity and cross-section optimization	Thick, massive reinforced concrete slabs; load-bearing capacity governed by self-weight	UHPFRC + active prestressing with SMA (NiTiNb) alloys	A 39% increase in load-bearing capacity without the use of external anchors; enabling the design of lighter superstructures (strain-hardening). [4, 5, 8, 9].
Life-cycle operational costs (LCC)	Total life-cycle maintenance costs over a 50-year service life	High expenditures on recurring structural assessments, crack injection, and concrete cover replacement	Autogenous self-healing UHPC + SMA alloys + crystalline admixtures (CA)	20–35% reduction in life-cycle maintenance costs (LCC); autonomous crack closure of up to 90%, with structural stiffness recovery of up to 35%.

Continuation of Table 2.

Type of Advantage	Parameter	Traditional solutions	Implementation of New Technologies	Tangible operational and engineering benefits
Repair frequency	Traffic continuity maintenance and routine repairs	Disruptive, ad hoc repairs requiring lane restrictions or complete bridge closure	Encapsulation and bacterial biomineralization (MICP)	Autonomous crack healing (100–500 μm) without human intervention and without traffic disruption.
Construction and assembly time	Construction duration	Multi-week formwork erection, rebar fixing, and concrete curing	Robotic 3D printing (Additive Manufacturing)	Reduction of superstructure fabrication time to under 2 hours, elimination of formwork costs, and immediate on-site erection.
Environmental impact	Carbon footprint and chemical emissions	Petroleum-based chemical dependence, significant VOC emissions	Thermax bio-based plasticizers + SikaProof Eco-Line membranes	25–35% reduction in embodied carbon footprint; 80% decrease in VOC emissions; over 70% bio-based/renewable content in waterproofing.

Source of the table: compiled by the author based on analysis [3-14]

Consequently, the implementation of the aforementioned technologies—spatial optimization, green chemistry, and the active utilization of materials that extend the service life of engineering structures through autonomous self-healing—establishes a comprehensive ecosystem for constructing safe and environmentally friendly infrastructure. A critical challenge remains the thorough standardization of these processes and the adaptation of design codes and standards to accommodate the emerging capabilities of materials engineering.

References

1. Analytical Materials (December, 2025). Bridge Construction Market Size, Share, and Growth Analysis. Industry Study [Technical and Analytical Report], 2025. Report ID: SQMIG20C2141 (2025). 191 p. <https://www.skyquestt.com/report/bridge-construction-market>
2. Analytical Materials (August 2026). Bridge Construction – Global Strategic Business Report. Industry Study [Technical and Analytical Report], 2026. Report ID: 6071586. (2026). 375 p. <https://www.researchandmarkets.com/reports/6071586/bridge-construction-global-strategic-business>

3. Cogswell, C. (2024, April 22). The smart materials revolution is here. Elsevier. <https://www.elsevier.com/connect/the-smart-materials-revolution-is-here>
4. Chen, A., & Andrawes, B. (2026). Prestressing and self-healing of fiber-reinforced and ultra-high-performance concrete using shape memory alloys. *Buildings*, 16(7), 1289. <https://doi.org/10.3390/buildings16071289>
5. Iqbal, T., Ahmad, S., Ahmad, S., Adekunle, S. K., & Al-Osta, M. A. (2026). Towards sustainable infrastructure using self-healing ultra-high-performance concrete (UHPC) A review. In H. Beushausen, M. Kioumars, & B. Shafei (Eds.), *Proceedings of the 2nd International Conference on Net-Zero Built Environment: Innovations in Materials, Structures, and Management Practices (Net-Zero Future 2025)*, 222–233. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-032-27698-8_21
6. Materazzi, A., Ubertini, Filippo & D'Alessandro, Antonella. (2013). Carbon nanotube cement-based sensors for dynamic monitoring of concrete structures. Conference: FIB Symposium 2013. Tel Aviv https://www.researchgate.net/publication/255964383_
7. Das, G. S., Tripathi, V. K., Dwivedi, J., Jangir, L. K., & Tripathi, K. M. (2024). Nanocarbon-based sensors for the structural health monitoring of smart biocomposites. *Nanoscale*, 16(4), 1490–1525. <https://doi.org/10.1039/D3NR05522A>
8. Czaderski, C., Shahverdi, M., & Michels, J. (2021). Iron based shape memory alloys as shear reinforcement for bridge girders. *Construction and Building Materials*, 274, 121793. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.121793>
9. Raza, S., Shafei, B., Saiid Saiidi, M., Motavalli, M., & Shahverdi, M. (2022). Shape memory alloy reinforcement for strengthening and self-centering of concrete structures – State of the art. *Construction and Building Materials*, 324, 126628. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.126628>
10. Jonkers, H. M., Thijssen, A., Muyzer, G., Copuroglu, O., & Schlangen, E. (2010). Application of bacteria as self-healing agent for the development of sustainable concrete. *Ecological Engineering*, 36(2), 230–235. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2008.12.036>
11. SkyQuest. (2025). Construction chemicals market size, share, and growth analysis. <https://www.skyquestt.com/report/construction-chemicals-market>
12. Haynes, M. A., Coleri, E., & Obaid, I. (2021). Performance of Waterproofing Membranes to Protect Concrete Bridge Decks. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2675(9), 1693-1706. <https://doi.org/10.1177/03611981211009527>
13. Bridge Deck Waterproofing. <https://www.sika.com/en/construction/waterproofing-systems/bridge-deck.html>
14. Winn, Z. (2025, May 21). Startup enables 100-year bridges with corrosion-resistant steel. MIT News. <https://news.mit.edu/2025/allium-engineering-enables-100-year-bridges-corrosion-resistant-steel-0520>

AMIDOALKYLING AGENTS IN THE SYNTHESIS OF SPIRO-DERIVATIVE NITROGENOUS HETEROCYCLES WITH A FRAMEWORK FRAGMENT

Koshchii Iryna

PhD in Chemistry, Associate Professor

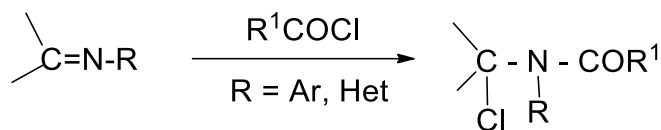
Department of Organic Chemistry and Technology of Organic Substances
National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

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 using 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 unique spiro derivatives of nitrogen heterocycles. There are no reports of such syntheses in the literature.

The aim of this study is to attempt to synthesize 1-(Spiro[adamantane-2,1'-isoindolin]-2'-yl)ethanone (4) starting from adamantane-2-one (1).

General synthesis procedure.

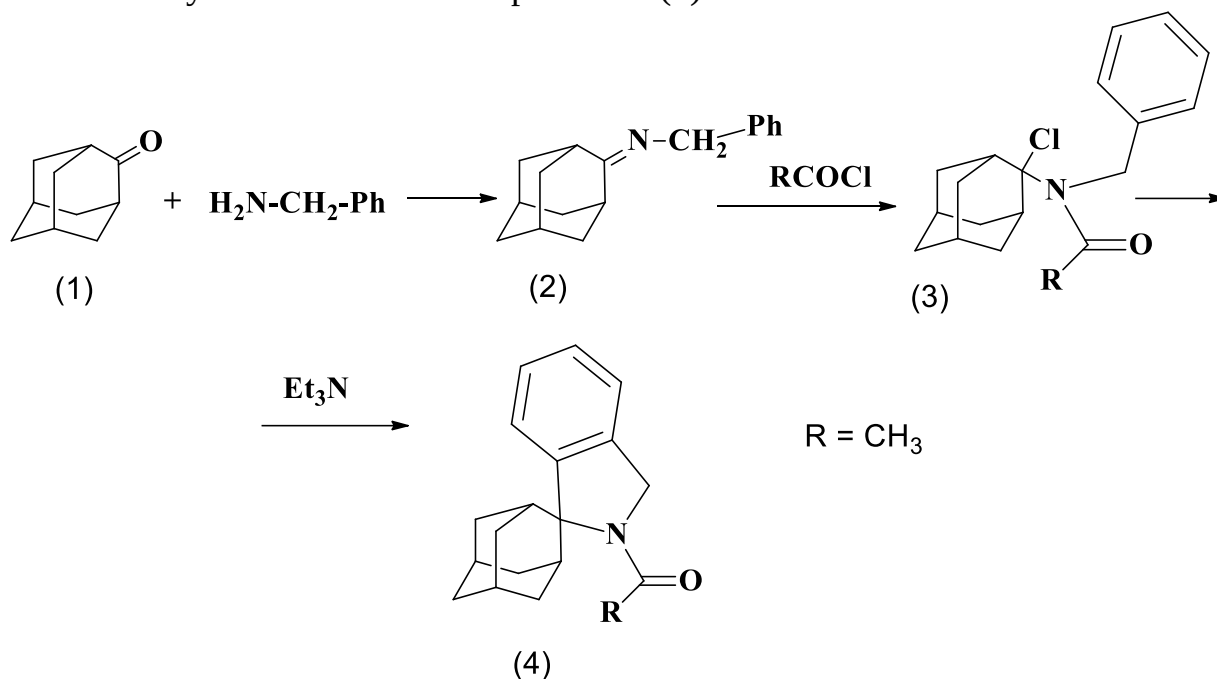
1) Synthesis of the Schiff base. N-((5R,7S)-adamantan-2-ylidene)-1-phenylmethanamine (2). An equivocal amount of benzylamine was added to a solution of 0.05 mol of adamantane-2-one (1) in dry toluene, and the mixture was refluxed with a Dean-Stark trap until the calculated amount of water was released.

2) Synthesis of the amidoalkylating reagent. N-benzyl-N-(2-chloroadamantan-2-yl)acetamide (3). 0.05 mol of acetyl chloride was added to a solution of the resulting compound (2), and the mixture was left at room temperature for 24 hours.

3) Synthesis of 1-(Spiro[adamantane-2,1'-isoindolin]-2'-yl)ethanone (4). An equimolar amount of triethylamine was added to a solution of compound (3), and the

mixture was refluxed for 7 hours. Toluene was removed under vacuum. The residue was crystallized from ethanol-hexane. Yield 78%. M.p. 243-245 °C.

The synthesis of compound (4) is shown in the scheme:



The structure of compound (4) was confirmed based on ^1H and ^{13}C 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.
3. Zaugg H. E. // *Synthesis*. – 1970. – 1 - #2. – P. 49 – 73.

AI-ASSISTED SOFTWARE DEVELOPMENT: THE ROLE OF THE SOFTWARE ENGINEER

Kravchenko Nataliia

Assistant Professor
Department of Foreign Languages

Trishchun Mykhailo

Student of Computer Science Faculty
Kharkiv National University of Radio Electronics

The rapid spread and adoption of artificial intelligence have raised many questions about the future of software engineering. The ability of large language models (LLMs) to generate code requires a distinction between automating individual tasks and replacing the specialist responsible for developing software systems. S. L. France's paper examines both the opportunities for enhancing developers' skills and the risks of changes in employment; the author emphasises the uncertainty of long-term forecasts [1].

The main question addressed in this analysis is whether the available evidence supports the replacement of software engineers with AI or, rather, indicates a transformation of their professional roles and competencies. The analysis compares findings, focusing on automation, productivity, human oversight, emerging professional competencies, and potential employment effects.

The reviewed literature indicates that AI assistants are being used across multiple activities in the software development lifecycle, including feature implementation, testing, bug triaging, refactoring, and documentation [1], while broader analyses also discuss their potential impact on other stages of software development [3]. These applications suggest that the influence of AI extends beyond code generation to the broader organisation of development work. However, the availability of AI support at different stages should not be interpreted as evidence that the entire development process can operate without human supervision. Evidence of widespread AI-assistant use among surveyed programmers comes from a survey of 481 programmers, in which 84.2% of participants reported occasionally or regularly using AI assistants. Implementing new features and writing documentation were the most popular broad activities for AI assistance. Among individual stages, code generation and code summarisation were the most widely used. This finding indicates that AI-assisted development has already become integrated into the workflows of many surveyed practitioners. However, the study primarily measures patterns of AI adoption and use rather than the extent to which AI can replace software engineers.

Productivity, particularly through time savings, is a key potential benefit of AI-assisted development. Results from expert surveys demonstrate that AI can accelerate well-defined coding tasks and enable developers to devote more time to the project technical aspects and business logic. However, participants also noted that these

benefits may be reduced for complex tasks, for which specifying requirements, rules, and the appropriate technologies may require significant effort [3]. Thus, the value of AI assistance depends on the task and how it is integrated into the development process. Therefore, productivity gains should not be measured solely by the speed of code generation. They should also account for verification, debugging, integration, testing, rework, and maintenance.

Human oversight remains a key element of AI-assisted software development. The literature emphasises limitations related to inaccurate results, insufficient understanding of the project context, interpretability, and integration [2]. Developers must assess whether the generated solutions meet the requirements and are suitable for the existing system. This requires a deep technical knowledge base, as well as the ability to identify errors, test proposed changes and evaluate the consequences for architecture and security [3]. Thus, the use of artificial intelligence creates not only opportunities for automation but also additional evaluation requirements. AI-assisted development may therefore shift a substantial part of developers' work from code production towards code evaluation, integration, and validation. The time saved through automated code generation may be partly offset by the need to verify correctness, security, maintainability, compatibility, and compliance with project requirements. Consequently, AI does not simply eliminate development work; in some cases, it redistributes work from production to supervision and validation.

The findings of the reviewed studies suggest a redistribution of tasks between software developers and AI systems. The concept of an AI-augmented software engineer can be used to describe this emerging role: a professional who combines programming expertise with the ability to formulate problems, direct AI tools, critically assess their outputs, and integrate AI-generated solutions. This interpretation does not imply that traditional technical skills become unnecessary. Instead, such knowledge provides the foundation for evaluating generated code and making informed decisions.

Recent qualitative evidence also points to potential risks of over-reliance on GenAI, skill degradation, and reduced developer-to-developer interaction [2]. These findings suggest that effective AI-assisted development requires not only new technical competencies but also the preservation of independent problem-solving and collaborative skills.

To summarise, the reviewed literature identifies several common themes concerning the evolving roles and skill requirements of software engineers. The studies describe opportunities to automate individual tasks and improve productivity, but they do not provide sufficient evidence that software engineers can be completely replaced. Technical expertise, analytical thinking, independent problem-solving, and critical evaluation of AI-generated solutions remain important. At the same time, the available evidence does not permit reliable conclusions about the long-term effects of AI on software-engineering employment, although changes in task composition, skill requirements, and experience may reshape professional roles.

References

1. Using AI-based coding assistants in practice: State of affairs, perceptions, and ways forward / A. Sergeyuk, Y. Golubev, T. Bryksin, I. Ahmed. *Information and Software Technology*. 2025. Vol. 178. Article 107610. DOI: 10.1016/j.infsof.2024.107610.
2. Developers' Dilemma: Opportunities and Pitfalls of Generative AI for Software Development / J. Zacharias, A. Popova, M. von Zahn, J. Chen, O. Hinz. *Business & Information Systems Engineering*. 2026. DOI: 10.1007/s12599-026-00998-y.
3. France S. L. Navigating software development in the ChatGPT and GitHub Copilot era. *Business Horizons*. 2024. Vol. 67, no. 5. P. 649–661. DOI: 10.1016/j.bushor.2024.05.009

RESOURCE EFFICIENT ARTIFICIAL INTELLIGENCE ARCHITECTURES FOR TRANSPORT INFRASTRUCTURE MONITORING SYSTEMS

Romanenko Kostiantyn

master

1 ESI «Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture»
Ukrainian State University of Science and Technologies, Dnipro, Ukraine,

Abstract

Continuous monitoring of roads, intersections, bridges and associated geodetic networks requires artificial intelligence models to operate under changing latency, memory and energy constraints. This paper proposes a conceptual resource-aware architecture in which sensing, edge preprocessing, adaptive routing, specialized analytical models and a safety gate form one monitoring pipeline. A TriRoute-inspired controller jointly selects attention resolution, expert participation and cache precision according to the operational state. The architecture connects real-time traffic control, geodetic quality assessment, probabilistic seismic diagnosis and graph-based bridge monitoring while keeping language-model services outside the safety-critical control loop. The proposed evaluation protocol combines task accuracy with latency, memory, energy, calibration and false-alarm indicators. The architecture is intended as a framework for subsequent implementation and experimental validation in transport infrastructure monitoring.

Keywords: Edge artificial intelligence, adaptive routing, transport infrastructure, structural health monitoring, resource allocation, cybersecurity.

Introduction

Transport infrastructure monitoring is increasingly based on heterogeneous data streams: thermal and video observations at intersections, positional and angular measurements in geodetic networks, acceleration and strain signals from structures, weather records and inspection reports. The analytical workload is therefore neither constant nor homogeneous. Normal operation may require inexpensive local screening, whereas an accident, earthquake or rapid displacement requires low-latency processing with greater model capacity. Running every model at maximum precision is costly and can overload an edge device or communication channel; fixed resource allocation, on the other hand, may delay the analysis of a critical event.

The central research question is how to allocate computation and memory dynamically without separating infrastructure tasks into isolated systems. TriRoute demonstrates a unified learned controller for three coupled decisions in a transformer: attention mode, expert selection and KV-cache bit width [1]. Its key conceptual contribution is that these decisions should be optimized jointly under a resource budget. This principle is transferable to monitoring architecture design, although its

effectiveness for infrastructure data must be verified experimentally rather than assumed from language-model results.

The application context is supported by several recent domain-specific studies. Thermal sensing combined with reinforcement learning has been used for adaptive traffic signal optimization [3]. Neural-network modeling and adaptive estimation have been applied to the accuracy of underground control surveying networks [4]. Probabilistic deep learning has been proposed for real-time seismic damage assessment of reinforced-concrete structures [5], while a spatio-temporal graph attention network has been developed for damage localization in prestressed-concrete bridges under operational and seismic loads [6]. Together, these studies show that a shared platform must support control, regression, uncertainty estimation and graph-based inference rather than a single universal prediction task.

Main Text

1. Proposed resource aware architecture

The proposed architecture consists of five layers (Fig. 1). The sensing layer acquires time-stamped observations and attaches data-quality metadata. The preprocessing layer performs synchronization, normalization, missing-value checks and lightweight event detection close to the data source. The resource controller then evaluates the current state and assigns a processing policy. Specialized experts perform traffic, geodetic and structural analyses. Finally, a safety gate checks confidence, consistency and operational constraints before information reaches an operator or an automated subsystem.

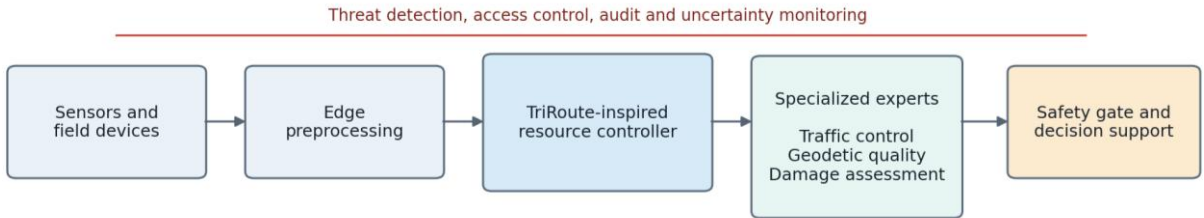


Figure 1. Conceptual resource-aware monitoring architecture

Let x_t denote the current sensor features, q_t the data-quality indicators, b_t the available compute and memory budget, and r_t the operational risk level. The controller produces a policy π_t that determines which expert modules are activated, which temporal or spatial attention range is used and which numerical precision is assigned to retained state. A suitable training objective is

$$J = E[L_{\text{task}} + \lambda_C C(\pi_t) + \lambda_M M(\pi_t) + \lambda_D D(\pi_t)] + \lambda_S L_{\text{safety}}$$

where L_{task} is the task loss; C , M and D represent computation, memory and decision delay; L_{safety} penalizes unsafe routing or overconfident output; and the lambda coefficients specify operational priorities. Unlike independent optimization of each resource axis, joint routing can account for coupling: a rare, high-risk pattern may simultaneously require broader attention, a specialist expert and higher-precision state. This is the main architectural lesson adopted from TriRoute [1].

2. Operational scenarios and safety controls

During routine operation, the controller may use local attention, compressed state and inexpensive screening experts. Congestion detected from thermal sensors can activate the traffic-control expert and increase the temporal context needed by the reinforcement-learning policy [3]. Deteriorating measurement geometry or an abnormal residual pattern can trigger the geodetic quality expert, which estimates positional uncertainty and requests additional observations when tolerances are approached [4]. A seismic trigger should receive the highest priority: probabilistic damage assessment [5] and spatio-temporal graph analysis of a bridge [6] can then operate with an expanded context and higher numerical precision (table 1).

Table 1.

Resource routing policies and safety actions for different infrastructure monitoring states

Operating state	Routing policy	Primary expert	Safety action
Normal	Local attention; low-precision state	Screening and forecasting	Log results and monitor drift
Congestion	Expanded temporal context	Traffic control [3]	Check action limits and conflicts
Sensor degradation	Redundant features; selective experts	Geodetic quality [4]	Request verification or measurements
Seismic event	Full context; high-priority compute	Damage models [5, 6]	Human confirmation and inspection

An LLM may summarize alarms, retrieve maintenance instructions or support natural-language queries, but it must not directly modify signal plans or safety thresholds. Multi-stage prompt inference attacks can combine apparently benign interactions to extract confidential contextual information [2]. Accordingly, the language interface should be separated from the control plane, operate with least-privilege access and use prompt sanitization, anomaly detection, output filtering and immutable audit logs. High-consequence commands require deterministic validation and human authorization. These controls connect resource efficiency with trustworthy deployment: saving computation is useful only when routing decisions cannot be manipulated to suppress critical analysis.

3. Evaluation framework

Experimental validation should compare the proposed joint controller with three baselines: fixed full-capacity inference, fixed lightweight inference and independent routing of attention, experts and state precision. Evaluation must use synchronized

scenarios representing routine traffic, congestion, sensor dropout, progressive deformation and seismic excitation. Task metrics should include prediction error, detection sensitivity, false-alarm rate and localization accuracy. System metrics should include end-to-end latency, peak memory, energy per decision and communication volume. For probabilistic outputs, calibration error and the coverage of prediction intervals are necessary because a confident but incorrect assessment is more dangerous than a clearly uncertain one.

The main hypothesis is not that one architecture will maximize every metric. Rather, joint routing should produce a better accuracy-resource trade-off while preserving predefined safety constraints. Ablation tests should remove each routing axis in turn, and stress tests should examine missing sensors, distribution shift, adversarial prompts and abrupt changes in available bandwidth. A deployment can be considered acceptable only when high-risk events reliably override economy-oriented routing and when every automated recommendation remains traceable to input data, model version and active policy.

4. Implementation pathway and limitations

A practical prototype can be introduced incrementally. The first stage should integrate time synchronization, data-quality flags and a common event schema without changing existing domain models. The second stage should wrap the traffic, geodetic and structural models as independently testable experts. The controller can initially use deterministic rules derived from risk classes and device budgets; learned routing should be introduced only after sufficient operational traces are available. This sequence allows the full-capacity processing path to remain a fallback while routing policies are trained and audited. Model updates, routing thresholds and calibration parameters should be versioned together because an apparently minor change in one component may alter the resource-accuracy balance of the entire pipeline.

Several limitations must be addressed in subsequent research. TriRoute was formulated for decoder-only language models [1], so its routing variables cannot be transferred unchanged to thermal images, geodetic tables or graph signals. Each expert also produces a different type of confidence estimate, which complicates a common safety threshold. Finally, communication failures may correlate with the very events that require additional computation, such as earthquakes or severe weather. Experimental work should therefore separate the value of joint routing from the value of individual domain models, test calibrated uncertainty across tasks and include an offline-safe mode that retains essential monitoring when cloud services are unavailable.

Conclusions

A resource-efficient monitoring platform can be organized around a unified controller that coordinates model capacity, expert activation and retained-state precision. TriRoute provides the central computational principle for this design [1], while studies of LLM security [2], adaptive traffic control [3], neural-network geodetic assessment [4], probabilistic seismic diagnosis [5] and graph-based bridge monitoring [6] define the required functional and safety capabilities. The resulting architecture is

a research framework rather than a completed deployment [7, 8]. Its next stage should be an edge prototype evaluated on synchronized transport and structural data under explicit latency, memory, uncertainty and safety constraints.

References

1. Balashov, A., and Ponomarova, O. TriRoute: Unified Learned Routing for Joint Adaptive Attention, Experts, and KV-Cache Allocation. arXiv:2607.06601, 2026. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2607.06601>
2. Balashov, A., Ponomarova, O., and Zhai, X. Multi-Stage Prompt Inference Attacks on Enterprise LLM Systems. arXiv:2507.15613, 2025. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2507.15613>
3. Balashov, A., Ponomarova, O., Balashova, Y., and Tregub, O. Adaptive traffic signal optimization with thermal sensors and reinforcement learning. Results in Engineering, 29, 108601, 2026. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.108601>
4. Ishutina, H. S., Biehichev, S. V., Chumak, L. O., and Balashov, A. O. Investigation of the accuracy of underground control surveying networks through the application of neural network modeling. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, 3, 175-183, 2026. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2026-3/175>
5. Nikiforova, T., Ponomarova, O., Balashov, A., Lando, Y., and Balashova, Y. Probabilistic Deep Learning for Real-Time Seismic Damage Assessment in Reinforced Concrete Structures. Journal of Physics: Conference Series, 3251, 012002, 2026. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/3251/1/012002>
6. Balashov, A., Medvediev, K., Usychenko, O., Ishutina, H., and Balashova, Y. A Spatio-Temporal Graph Attention Network for Real-Time Damage Localization in Prestressed Concrete Bridge Structures under Operational and Seismic Loads. Journal of Physics: Conference Series, 3251, 012003, 2026. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/3251/1/012003>.
7. Balashov A., Shchurenko Y., Balashova Y. A comprehensive review of multi-agent reinforcement learning for traffic signal control: from graph networks to real-world deployment. Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference. Lyon, France. 2025. Pp. 16-23 URL: <https://isg-konf.com/latest-directions-and-ways-of-solving-problems-by-scientists/>
8. Balashova Yuliia, Balashov Andrii. Transforming Mobility: how AI, Machine Learning, and Deep Learning are revolutionizing Transportation Systems / Proceedings of the XXIV International Scientific and Practical Conference. Paris, France. 2025. Pp. 365-368. <https://isg-konf.com/integration-of-new-technologies-into-science-to-improve-research/>

DATA AUGMENTATION METHODS FOR SKIN CANCER IMAGE CLASSIFICATION

Savchenko Viktor

National Technical University of Ukraine
“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”

1. Introduction

Artificial intelligence and quantitative image analysis are now applied across a wide range of biomedical tasks: from assessing color lookup tables for perfusion map visualization [1], to AI-assisted live-cell imaging for 3D bioprinting optimization [2], to generating perfusion maps from dynamic susceptibility contrast MRI data with recurrent neural networks [3]. A particularly important clinical application is skin cancer detection from dermatoscopic images, where early and accurate diagnosis is associated with better treatment outcomes [4]. Over the last decade, convolutional neural networks (CNNs) have reached dermatologist-level performance on skin lesion image classification [5], which has motivated the rapid growth of computer-aided diagnosis (CAD) systems for skin lesions. However, the diagnostic accuracy of such deep learning models is highly dependent on the size, diversity, and class balance of the training data. This dependence is not specific to dermatology: AI-assisted image analysis in other biomedical domains likewise requires extensive training data and careful tuning to generalize across imaging setups [2]. The public benchmark datasets commonly used in this field, above all the ISIC (International Skin Imaging Collaboration) archive and its widely used HAM10000 subset, are strongly imbalanced across diagnostic categories: malignant classes such as melanoma are represented far less frequently than benign lesions such as melanocytic nevi. This imbalance biases classifiers towards the majority class and reduces sensitivity to the cases where a correct diagnosis matters most.

Data augmentation is therefore considered one of the key techniques for improving the quality and reliability of automated skin cancer classification without the need to collect additional clinical images, which is often expensive, time-consuming, and constrained by patient privacy regulations. The aim of this paper is to review and compare the main groups of data augmentation techniques that are currently used for dermatoscopic image analysis, covering geometric and color-space transformations, mixing-based and policy-search methods, and generative synthesis.

2. Benchmark Datasets and the Imbalance Problem

Most published research on skin cancer classification relies on a small number of publicly available dermatoscopic image collections, and the majority of them are now consolidated within a single resource. The ISIC archive, maintained by the International Skin Imaging Collaboration, aggregates a large and continuously growing pool of dermatoscopic images and supplies the training and test sets for the annual ISIC classification challenges. HAM10000, the collection most frequently cited as a standalone benchmark, is itself part of this archive: it was released as the training set

of the ISIC 2018 challenge [6] and contains slightly over ten thousand images distributed across seven diagnostic categories, with benign melanocytic nevi accounting for roughly two-thirds of all images, melanoma for roughly one image in ten (about 1,100 images), and rare classes such as dermatofibroma for little more than a hundred images each. The same skew towards benign lesions persists across most of the yearly challenge releases, so the imbalance is a property of the field's data as a whole rather than of any one dataset. Because deep learning classifiers tend to optimize for overall accuracy, this class skew causes models trained without any countermeasures to achieve seemingly high accuracy while systematically under-detecting the malignant cases that matter most clinically; this is precisely the gap that the augmentation strategies discussed below are designed to close.

3. Traditional Augmentation Methods

The simplest and most widely used augmentation techniques are based on geometric and color-space transformations applied directly to the original images. Geometric transformations include rotation, horizontal and vertical flipping, scaling, random cropping, and translation. Most of them preserve the clinically relevant morphological features of the lesion, such as its border irregularity and shape. Color-based transformations include the random adjustment of brightness, contrast, saturation, and hue, as well as the injection of Gaussian or salt-and-pepper noise, which helps the model become robust to variability in dermatoscopic image acquisition conditions, such as different cameras and lighting; such jitter does not, however, compensate for the under-representation of darker skin tones in the training data itself. At the same time, color mapping is not neutral with respect to image content: by analogy with perfusion-map visualization, a comparison of ten commonly used color lookup tables for perfusion maps showed that the choice of color scheme strongly affects how well intensity differences and structural integrity are preserved [1], so color transformations must be applied with care in order not to distort clinically relevant lesion features. A related preprocessing step frequently combined with augmentation is hair removal (for example, the DullRazor algorithm [7]) and denoising, since body hair and imaging artifacts often occlude the lesion area and can otherwise mislead the classifier.

The main advantage of traditional augmentation methods is their simplicity of implementation and very low computational cost, since they require no additional model training. However, these methods usually only reshuffle the existing information already present in the dataset; they are therefore largely ineffective at resolving severe class imbalance between benign and malignant lesion categories.

4. Mixing-Based and Policy-Search Methods

Beyond purely geometric transformations, several combined augmentation strategies have gained popularity in recent years. Mixup [8] creates new training samples by linearly interpolating pairs of images and their corresponding labels, while CutMix [9], which follows the same line of work as Cutout [10], replaces a rectangular region of one image with a patch taken from another image, mixing the labels proportionally to the area of the patch; both techniques are reported to improve generalization and calibration on general image classification benchmarks. Policy-search methods select and combine elementary augmentation operations (rotation,

color jitter, shearing, and so on) automatically rather than through manually tuned hyperparameters. AutoAugment [11] searches for a policy on the target dataset, which is computationally demanding, whereas RandAugment [12] dispenses with the separate search phase and leaves only two hyperparameters, which is particularly convenient when adapting a pipeline to a new dermatoscopic dataset.

5. Augmentation Based on Generative Models

To address the class imbalance problem more directly, an increasing number of studies employ generative adversarial networks (GANs) for synthetic image generation [13], [14]. A GAN consists of a generator network, which learns to produce new, realistic-looking lesion images, and a discriminator network, which learns to distinguish synthetic images from real ones; through adversarial training, the generator gradually learns the underlying data distribution of the training set. Deep convolutional GANs (DCGANs) [15] are commonly used as a baseline architecture for lesion image synthesis, while conditional GANs (cGANs) [13] allow the generation of images belonging to a specified diagnostic class, which is particularly useful for oversampling minority classes such as melanoma. More advanced architectures, such as StyleGAN-based models (including ACStyleGAN [16], adapted specifically for skin lesion generation), can be used to produce higher-resolution, more realistic dermatoscopic images with finer texture detail.

Specialized variants such as MFC-GAN (multiple fake class GAN) [17] have been proposed for class-imbalanced datasets in general, generating additional synthetic classes to better separate minority categories during training; although the method was not developed for dermatology, its rationale transfers directly to imbalanced lesion datasets. The quality of GAN-generated images is typically evaluated using distribution-level metrics such as the Fréchet Inception Distance (FID) and the Kernel Inception Distance (KID), together with precision and recall and expert dermatologist assessment [18], in addition to the downstream classification performance achieved once synthetic images are mixed with real ones. In other medical image generation tasks, such as perfusion map generation, image quality is likewise assessed with full-reference measures including SSIM and the peak signal-to-noise ratio (PSNR) [1], [3]. Individual studies report that adding GAN-generated samples to the training set improves overall classification performance compared with training on the original imbalanced dataset alone [13], [14].

6. Comparative Analysis

The reviewed methods differ substantially in implementation complexity, computational cost, and their ability to address class imbalance. Table 1 summarizes the principle, advantages, and limitations of the main groups of augmentation techniques discussed above.

Table 1.
Comparison of the main groups of data augmentation methods

Method	Principle	Advantages	Limitations
Geometric transforms	Rotation, flipping, scaling, cropping, translation	Simple, fast, no extra training required	Generally do not provide new information
Color-space transforms	Brightness, contrast, saturation and hue jitter, noise injection	Improves robustness to acquisition conditions	Limited diversity gain for minority classes
Mixing-based methods	Mixup, CutMix combine pairs of images and labels	Improves generalization at low computational cost	May distort clinically relevant lesion boundaries
Policy-search methods	AutoAugment, RandAugment select augmentation policies automatically	Automates the choice of augmentation parameters	AutoAugment's policy search is costly; RandAugment avoids it
GAN-based synthesis	DCGAN, cGAN, StyleGAN generate new lesion images	Targets class imbalance, increases diversity	High computational cost, risk of image artifacts

Traditional geometric and color-based transformations remain a staple of the data preprocessing pipeline due to their simplicity and negligible computational overhead, but they are rarely sufficient on their own to compensate for severe class imbalance. Generative approaches, and GAN-based synthesis in particular, offer the most direct way to enrich minority classes with new, diverse examples, and several studies report measurable improvements in overall accuracy and F-score after adding GAN-generated samples to training [13], [14]. However, these gains come at the cost of substantially higher computational requirements and the need for careful quality control, since unrealistic or clinically implausible synthetic images can introduce noise into the training process rather than useful diversity. Mixing-based and policy-search methods occupy an intermediate position: they are computationally cheaper than training a full generative model while still providing a meaningful improvement in generalization compared with purely geometric augmentation alone.

7. Evaluation Practice

A methodological point that emerges from the reviewed literature is that augmentation techniques should not be evaluated by classification accuracy alone, since accuracy can remain misleadingly high on imbalanced dermatoscopic datasets even when malignant cases are frequently missed. Sensitivity for the malignant class, the F1-score, and the area under the ROC curve are therefore more informative metrics, and are reported by several of the studies discussed above, alongside image-quality

metrics such as FID and KID for the generative approaches [18]. Consistent use of such metrics, together with held-out clinical validation where possible, is necessary to ensure that reported improvements reflect genuine diagnostic value rather than an artifact of the evaluation protocol. Equally important is the design of the data split itself: in a recent study of recurrent-network-based perfusion map generation, samples were divided between training and test sets at the patient level specifically to prevent information leakage [3]; by analogy, the same principle applies to dermatoscopic datasets, where augmented copies of an image, or several images of one patient, must not end up on both sides of the split.

Conclusion

Data augmentation remains one of the most practical and effective tools for improving automated skin cancer classification under conditions of limited and imbalanced dermatoscopic data. Basic geometric and color-space transformations should continue to be applied as a routine default in the preprocessing pipeline, whereas generative, GAN-based augmentation should be regarded as a targeted, complementary tool specifically aimed at reducing class imbalance for rare and clinically critical categories such as melanoma. Mixing-based techniques and automated policy-search methods appear to occupy an intermediate position between the two, although the evidence reviewed here is limited. A promising direction for further research is the development of hybrid augmentation pipelines that adaptively combine traditional transformations, generative synthesis, and automatically searched augmentation policies depending on the diagnostic class and the amount of available data, together with more rigorous, clinically grounded evaluation of the realism of synthetic dermatoscopic images.

References

1. S. Alkhimova, V. Sorokina, and I. Kabala, “Comparative assessment of commonly used color lookup tables to determine key performance indicators for perfusion map data visualization,” *Technol. Audit Prod. Reserv.*, vol. 1, no. 2(87), pp. 85–92, Feb. 2026, DOI: 10.15587/2706-5448.2026.352787.
2. B. Karabinskyi, S. Alkhimova, and O. HOLEMBIOVSKA, “Imaging-based tracking of stem-cell responses for 3D bioprinting optimization,” *Cell Transplant.*, vol. 35, p. 09636897261445006, May 2026, DOI: 10.1177/09636897261445006.
3. O. Diumin and S. Alkhimova, “Improving the accuracy of perfusion map generation using dynamic susceptibility contrast magnetic resonance imaging data based on recurrent neural networks,” *East.-Eur. J. Enterp. Technol.*, vol. 3, no. 9 (141), pp. 38–48, Jun. 2026, DOI: 10.15587/1729-4061.2026.360606.
4. R. L. Siegel, T. B. Kratzer, A. N. Giaquinto, H. Sung, and A. Jemal, “Cancer statistics, 2025,” *CA. Cancer J. Clin.*, vol. 75, no. 1, pp. 10–45, 2025, DOI: 10.3322/caac.21871.
5. A. Esteva *et al.*, “Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks,” *Nature*, vol. 542, no. 7639, pp. 115–118, 2017, DOI: 10.1038/nature21056.

6. P. Tschandl, C. Rosendahl, and H. Kittler, “The HAM10000 dataset, a large collection of multi-source dermatoscopic images of common pigmented skin lesions,” *Sci. Data*, vol. 5, no. 1, p. 180161, Aug. 2018, DOI: 10.1038/sdata.2018.161.
7. T. Lee, V. Ng, R. Gallagher, A. Coldman, and D. McLean, “Dullrazor®: A software approach to hair removal from images,” *Comput. Biol. Med.*, vol. 27, no. 6, pp. 533–543, Nov. 1997, DOI: 10.1016/S0010-4825(97)00020-6.
8. H. Zhang, M. Cisse, Y. N. Dauphin, and D. Lopez-Paz, “mixup: Beyond empirical risk minimization,” Apr. 27, 2018, *arXiv*. DOI: 10.48550/arXiv.1710.09412.
9. S. Yun, D. Han, S. Chun, S. J. Oh, Y. Yoo, and J. Choe, “CutMix: Regularization strategy to train strong classifiers with localizable features,” in *2019 IEEE/CVF International Conference on Computer Vision (ICCV)*, Seoul, Korea (South): IEEE, Oct. 2019, pp. 6022–6031. DOI: 10.1109/ICCV.2019.00612.
10. T. DeVries and G. W. Taylor, “Improved regularization of convolutional neural networks with cutout,” Nov. 29, 2017, *arXiv*. DOI: 10.48550/arXiv.1708.04552.
11. E. D. Cubuk, B. Zoph, D. Mané, V. Vasudevan, and Q. V. Le, “AutoAugment: Learning augmentation strategies from data,” in *2019 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, Long Beach, CA, USA: IEEE, Jun. 2019, pp. 113–123. DOI: 10.1109/CVPR.2019.00020.
12. E. D. Cubuk, B. Zoph, J. Shlens, and Q. V. Le, “RandAugment: Practical automated data augmentation with a reduced search space,” Nov. 14, 2019, *arXiv*: arXiv:1909.13719. DOI: 10.48550/arXiv.1909.13719.
13. A. Al-Rasheed, A. Ksibi, M. Ayadi, A. I. A. Alzahrani, M. Zakariah, and N. Ali Hakami, “An ensemble of transfer learning models for the prediction of skin cancers with conditional generative adversarial networks,” *Diagnostics*, vol. 12, no. 12, p. 3145, Dec. 2022, DOI: 10.3390/diagnostics12123145.
14. K. G. A. Villanueva and P. Kumar, “XAI-driven skin disease classification: Leveraging GANs to augment ResNet-50 performance,” Dec. 03, 2025, *arXiv*. DOI: 10.48550/arXiv.2512.00626.
15. A. Radford, L. Metz, and S. Chintala, “Unsupervised representation learning with deep convolutional generative adversarial networks,” Jan. 07, 2016, *arXiv*: arXiv:1511.06434. DOI: 10.48550/arXiv.1511.06434.
16. D. Abeytunga and O. Senaweera, “ACStyleGAN for skin lesion image generation,” in *2025 5th International Conference on Advanced Research in Computing (ICARC)*, 2025, pp. 1–5. DOI: 10.1109/ICARC64760.2025.10962851.
17. A. Ali-Gombe and E. Elyan, “MFC-GAN: Class-imbalanced dataset classification using multiple fake class generative adversarial network,” *Neurocomputing*, vol. 361, pp. 212–221, Oct. 2019, DOI: 10.1016/j.neucom.2019.06.043.
18. A. Luschi, L. Tognetti, A. Cartocci, G. Cevenini, P. Rubegni, and E. Iadanza, “Advancing synthetic data for dermatology: GAN comparison with multi-metric and expert validation approach,” *Health Technol.*, vol. 15, no. 3, pp. 553–562, May 2025, DOI: 10.1007/s12553-025-00971-x.

ПРОЄКТ МЕТОДОЛОГІЇ ТА ПРОГРАМИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ДЛЯ ВАЛІДАЦІЇ ГІБРИДНОЇ МОДЕЛІ PARETO–NASH–MPC У МУЛЬТИАГЕНТНИХ СИСТЕМАХ РОЗУМНОГО БУДИНКУ

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
Секції — (25) Комп'ютерні науки
03110 Київ, Україна

Актуальність проблеми. Розроблення інформаційних технологій інтелектуального управління системами «розумного будинку» зумовлює необхідність одночасного врахування суперечливих критеріїв функціонування, зокрема енергоефективності, температурного комфорту, надійності та безпеки. Особливої складності ця задача набуває в умовах мультиагентної взаємодії, коли автономні агенти мають власні цілі, обмеження та стратегії управління, а їхня спільна діяльність відбувається під впливом стохастичних збурень і невизначеності зовнішнього середовища.

Перспективним підходом до розв'язання зазначеної задачі є поєднання методів багатокритеріальної оптимізації за Парето, теорії ігор із пошуком рівноваги Неша та прогнозуючого управління MPC (Model Predictive Control). Гібридна модель Pareto–Nash–MPC потенційно дає змогу узгоджувати локальні цілі автономних агентів із глобальними критеріями функціонування системи та здійснювати адаптивне прогнозне управління в умовах невизначеності. Водночас практична ефективність такого поєднання потребує комплексної експериментальної перевірки за різних режимів функціонування, рівнів стохастичних збурень, мережових затримок та обмежень обчислювальних ресурсів.

Отже, актуальним науково-практичним завданням є розроблення та обґрунтування програми експериментальних досліджень, яка забезпечує комплексну валідацію гібридної моделі Pareto–Nash–MPC за критеріями енергоефективності, комфорту, робастності, збіжності та обчислювальної ефективності, а також перевірку можливості її реалізації на периферійних обчислювальних пристроях.

Мета дослідження. Обґрунтування проєкту комплексу чисельних, симуляційних та натурних експериментів і математичного формалізму їхніх

вхідних та вихідних параметрів для комплексної валідації ефективності, робастності, стійкості та практичної реалізованості запропонованої інформаційної технології інтелектуального управління на основі гібридної моделі Pareto–Nash–MPC.

Об'єкт дослідження. Процеси інтелектуального управління мультиагентними системами «розумного будинку» в умовах багатокритеріальності, стохастичної невизначеності та обмежених обчислювальних ресурсів.

Предмет дослідження. Передбачувані методи, математичні моделі, алгоритми та експериментальні процедури багатокритеріальної оптимізації, ігрової координації та прогнозуючого управління в мультиагентних системах «розумного будинку» на основі гібридної моделі Pareto–Nash–MPC, а також критерії та метрики оцінювання її ефективності, робастності, збіжності й обчислювальної продуктивності.

Наукова проблема. Наукова проблема полягає у необхідності розроблення та експериментального обґрунтування проєкту методології комплексної валідації гібридної моделі Pareto–Nash–MPC для мультиагентного інтелектуального управління системою «розумного будинку», яка забезпечувала б узгодження суперечливих цілей автономних агентів, стійкість до стохастичних збурень і мережевих обмежень, збіжність до узгоджених ігрових рішень та прийнятну обчислювальну складність у режимі реального часу.

Аналіз останніх досліджень. Розгляд програм експериментальних досліджень у мультиагентних системах розумного будинку виконувався у багатьох працях. В дослідженні [1] розглянуто випробуванню робастності ігрових алгоритмів шукання рівноваги Неша в умовах ненадійних каналів зв'язку та мережевих затримок. Автори застосували MPC для оцінки збіжності алгоритму координації при втратах пакетів даних). Робота [2] висвітлює експериментальну валідацію сумісності рекурсивних нейромереж із контуром MPC для стабільного контролю параметрів клімату та енергоспоживання у житлових приміщеннях. Дослідження [3] розглядає чисельне моделювання та побудову Парето-фронтів для вибору оптимальних рішень у системах з кількома суперечливими цілями за допомогою алгоритмів машинного навчання та MPC. Наукова праця [4] присвячена симуляційному та бенчмаркінговому оцінюванню гібридних схем керування системами опалення, вентиляції та кондиціонування для підвищення ефективності Demand Response. У праці [5] подано результати випробування децентралізованих мультиагентних екосистем Smart Home для взаємоузгодження критеріїв енергоефективності, комфорту та безпеки.

Прогалина попередніх досліджень. В існуючих працях висвітлено лише окремі аспекти керування та тривірна програма (In-Silico, Stress-Testing, HIL) для валідації гібридної моделі Pareto–Nash–MPC за сукупністю метричних критеріїв на Edge-пристроях. .

Виклад основного матеріалу

Для створення проєкту методології та програми експериментальних досліджень висувається наступна гіпотеза. Гіпотеза експериментальних

досліджень полягає в припущенні, що застосування гібридної моделі Pareto–Nash–MPC забезпечує статистично та практично значуще підвищення збалансованості характеристик управління порівняно з базовими методами PD, детермінованим MPC та Q-learning за умов багатокритеріальності, стохастичних збурень, комунікаційних затримок, втрат пакетів та обмежених обчислювальних ресурсів. Передбачається, що інтеграція Pareto-оптимізації, Nash-координації та MPC забезпечить більш прийнятний компроміс між енергоефективністю, тепловим комфортом, дотриманням обмежень, робастністю та обчислювальною ефективністю. При цьому перевага моделі визначатиметься не покращенням кожного показника окремо, а досягненням кращого багатокритеріального компромісу за умови виконання заданих обмежень комфорту, безпеки та допустимого часу обчислення. Перевірку гіпотези передбачається здійснити на трьох рівнях: In-Silico benchmarking, Robustness/Stress Tests та HiL/натурний експеримент на Edge-пристроях у середовищі MQTT/Home Assistant.

1. Математичний формалізм гібридної моделі та її вхідних/вихідних метрик:

1.1. Математична формалізація гібридної моделі (рівняння динаміки, потенціальна функція, MPC-задача, політики $\pi(X_i; \theta)$).

Функціонування екосистеми «розумного будинку» описується математичним оператором стохастичної динаміки $f(\cdot)$, який визначає еволюцію гетерогенного вектора стану будинку $X(t) \in X_{don}$ під дією сукупного мультиагентного вектора керування $u_i(t) \in W_i$ та випадкових збурень $\xi(t) \sim P(\cdot)$.

$$X(t+1)=f(X(t),U(t),\xi(t)), \quad U(t) = (u_1(t), ..., u_N(t))^T \in W=W_1 \times \dots \times W_N \quad (1)$$

де $u_i(t) \in W_i$ — керування *i-го* автономного агента з його допустимої множини W_i .

Оцінка якості роботи *i-го* агента на горизонті прогнозування H реалізується шляхом мінімізації індивідуальної функції вартості J_i :

$$J_i = \mathbb{E}_{\xi(0:H) \sim P(\cdot)} \left[\sum_{t=0}^{H-1} \gamma^t w_k(t) L_i(X(t+k), U(t+k)) \right] \quad (2)$$

де: J_i - сукупні очікувані витрати для *i-го* агенту за увесь часовий горизонт; $\mathbb{E}_{\xi(0,t) \sim P(\cdot)}$ - математичне сподівання за заданим розподілом траєкторій збурень $\xi(t; H-1)$; розподіл і спосіб генерування сценаріїв мають бути наведені явно за всіма можливими траєкторіями випадкового процесу $\xi(0:H) = (\xi(0), \dots, \xi(H))$, які розподілені відповідно до ймовірнісного закону $P(\cdot)$; H — часовий горизонт планування (тривалість процесу); $\gamma \in [0,1]$ - коефіцієнт дисконтування; $L_i(X(t), U(t))$ – однокрокова функція втрат (cost function) для *i-го* агенту або критерію (миттєвий виграш енергії, комфорт, знос обладнання та інші ресурси) у момент часу t ; $X(t)$ - вектор стану системи у момент часу t ; $w_k(t)$ - вектор

керування у момент часу t залежить від $X(0:t)$ та $\xi(0:t-1)$, але не від майбутніх реалізацій $\xi(t:H-1)$. Математичне сподівання береться за розподілом $P(\xi(0:H))$.

Ігрова координація агентів реалізується через пошук рівноваги Неша

$$u_i^*(t) = \arg \min_{u_i \in W_i} J_i(u_i, u_{-i}^*), \quad (3)$$

із використанням скалярної потенціальної функції гри $\Psi(U)$, яка в дискретному контурі МРС задовольняє градієнтну умову:

$$\nabla_{u_i} J_i(u_1^*, \dots, u_N^*) = \nabla_{u_i} \Psi(u_1^*, \dots, u_N^*) \quad \forall i \in \{1, \dots, N\} \quad (4)$$

де ∇_{u_i} — градієнт за складеним вектором керувань i -го агенту протягом усього горизонту H . Гра є exact potential game, якщо для кожного агента (i) і допустимих відхилень виконується $J_i(u_i, u_{-i}) - J_i(u'_i, u_{-i}) = \Psi(u_i, u_{-i}) - \Psi(u'_i, u_{-i})$; далі всі функції трактуються як витрати, що мінімізуються. Якщо гра є exact potential game, а скалярної потенціальної функції гри $\Psi(U)$ строго опукла на опуклій множині, то будь-який її глобальний мінімізатор відповідає глобальній рівновазі Неша. Для локальних мінімізаторів потрібна перевірка умов регулярності та симетрії других похідних.

Пошук компромісних рішень здійснюється на множині недовінованих розв'язків (Парето-фронті) шляхом формування векторної цільової функції $\min_{u_i \in W_i} [J_i(t), \dots, J_N(t)]^T$, або її зваженої скаляризації

$$J_{global}(U) = \sum_{k=1}^m w_k(t) f_k(X, U), \text{ за умов } \sum_{k=1}^m w_k(t) = 1, w_k(t) \geq 0 \quad (5)$$

Оператор керування задається детермінованою політикою $U^*(t) = \pi(X(t); \theta)$ або стохастичною стратегією $U^*(t) \sim \pi(a|X(t); \theta)$, де параметри θ адаптуються методом градієнтного спуску за кроком η :

$$\theta(t+1) = \theta(t) - \eta \nabla_{\theta} \mathbb{E}[J_{global}(X, U)] \quad (6)$$

1.2. Математичний формалізм вхідних параметрів експериментальних досліджень (Inputs)

Вхідними параметрами є екзогенні дані, уставки та початкові обмеження, що подаються на вхід системи для симуляції та випробувань:

Профілі споживання та середовища: Історичні бази даних навантаження (Pesca Street, ASHRAE), профілі тарифів на електроенергію, добові криві зовнішньої температури та інсоляції.

Уставки та фізичні обмеження: Заданий графік температурних уставок мешканців X_{set}^{temp} , допустимі межі станів X_{don} (ємність акумулятора, температурний коридор) та межі керувань W_i (максимальна потужність HVAC, димерів).

Параметри стохастичності та збурень: Вектор збурень ξ_t (амплітуда шуму, раптові відкриття вікон/дверей), відсоток втрати мережевих пакетів (0–15%) та затримки зв'язку.

1.3. Математичний формалізм вихідних метрик експерименту (Outputs)

Вихідними метриками є кількісні показники результатів, за якими оцінюється якість, стійкість та обчислювальна складність алгоритму:

Загальне сукупне енергоспоживання (E_{total} , kWh):

$$E_{total} = \sum_{t=1}^{T_{exp}} \sum_{i=1}^N P_i(u_i(t)) \Delta t \quad (7)$$

де $P_i(u_i(t))$ — споживана потужність i -го агента при дії $u_i(t)$, T_{exp} — тривалість експерименту з кроком Δt .

Інтегральний показник температурного дискомфорту (PD, %) — це відносний показник, що характеризує ступінь дискомфорту людини, спричиненого температурними умовами навколишнього середовища. PPD обчислюють за моделлю PMV відповідно до зазначеного стандарту із наведеними параметрами одягу, метаболізму, швидкості повітря та вологості; за відсутності цих даних використовують частку часу поза діапазоном комфорту (частка людей може відчувати температурний дискомфорт за певних метеорологічних умов).

$$PD = \frac{1}{H} \sum_{k=0}^{H-1} (100 - 95 \exp(-0,03353(x_{t+k}^{temp} - x_{set}^{temp})^4 - 0,2179(x_{t+k}^{temp} - x_{set}^{temp})^2)) \quad (8)$$

де x_{t+k}^{temp} — прогнозована температура приміщення на кроці k горизонту H .

Гіпероб'єм Парето-фронту (Hypervolume, HV) це метрика в багатокритеріальній оптимізації, яка вимірює обсяг простору цілей, що домінує множина отриманих Парето-оптимальних розв'язків відносно заданої референтної точки. Простіше: HV показує, наскільки добре та широко Парето-фронт покриває простір цілей. Більше значення HV інтерпретується як краще лише за однакового напрямку оптимізації, нормування критеріїв і фіксованої референтної точки. Враховує одночасно збіжність розв'язків до оптимального фронту та різноманітність/розподіл розв'язків. Для двох критеріїв HV можна уявити як площу, яку займають розв'язки між Парето-фронтом і референтною точкою. Для трьох і більше критеріїв — це відповідний гіпероб'єм. Наприклад: якщо оптимізуємо два критерії на максимум, а референтна точка — (0,0), то HV — це площа області, яку домінує Парето-фронт над цією точкою.

$$HV = Vol \left(\bigcup_{u^* \in U^*} [J_E(u^*), R_{ref,E}] [J_C(u^*), R_{ref,C}] \right) \quad (9)$$

де U^* — множина Парето-оптимальних рішень; R_{ref} — опорна точка погіршення; $Vol(\cdot)$ — оператор гіпероб'єму.

Середньоквадратична помилка прогнозу (RMSEX) - це показник точності прогнозу, який визначається як квадратний корінь із середнього квадрата різниць між фактичними та прогнозованими значеннями. Чим менше RMSE, тим точніший прогноз.

$$RMSE_X = \sqrt{\frac{1}{T_{exp}n} \sum_{t=1}^{T_{exp}} \sum_{j=1}^n \left(X_j^{real}(t) - X_j^{pred}(t) \right)^2} \quad (10)$$

де X_j^{real} та X_j^{pred} — реальні та прогнозовані значення j -ї компоненти стану відповідно.

Швидкість збіжності до рівноваги Неша (N_{iter}) - це кількість ітерацій, необхідних алгоритму або моделі для досягнення (наближення до) рівноваги Неша. Менше $N_{iter} \rightarrow$ швидше досягається рівновага. Більше $N_{iter} \rightarrow$ збіжність відбувається повільніше. Тобто N_{iter} характеризує обчислювальну швидкість збіжності моделі до стабільного стратегічного стану.

$$N_{iter} = \min \left\{ k \mid \max_{i=\{1, \dots, N\}} \left\| u_i^{(k)}(t) - u_i^{(k-1)}(t) \right\| \leq \varepsilon \right\} \quad (11)$$

Індекс частоти порушення обмежень (FCI, %) - це показник, який характеризує, як часто та наскільки часто система/процес виходить за встановлені обмеження. Чим вищий FCI, тим частіше порушуються встановлені обмеження. Наприклад, $FCI = 8\%$ означає, що обмеження були порушені приблизно у 8 зі 100 випадків.

$$FCI = \frac{1}{T_{exp}} \sum_{t=1}^{T_{exp}} I(X_t \notin X_{don}) 100\% \quad (12)$$

де $I(\cdot)$ — індикаторна функція (1, якщо стан вийшов за межі X_{don} , і 0 — якщо ні).

Мережева затримка обміну та навантаження Edge-вузлів (Latency, ms; CPUload, %) - це показники, що характеризують швидкість передавання даних у мережі та рівень завантаження периферійних (Edge) обчислювальних вузлів.

Latency (ms) — час, необхідний для передавання даних між вузлами мережі. Чим менше значення, тим швидше відбувається обмін.

CPUload (%) — відсоток використання обчислювальної потужності процесора Edge-вузла. Чим вище значення, тим більше навантажений вузол.

Наприклад: Latency = 25 ms, CPUload = 70% означає, що обмін даними має затримку 25 мс, а процесор Edge-вузла використовується приблизно на 70% своєї потужності.

$$Latency = t_{rec_ack} - t_{send_pub} \quad (13)$$

$$CPU_{load} = \left(1 - \frac{t_{idle}}{\Delta t}\right) 100\% \quad (14)$$

де t_{rec_ack} та t_{send_pub} — часові мітки MQTT-пакетів; t_{idle} — час простою процесора контролера.

2. Архітектура та організація трирівневої моделі Pareto–Nash–MPC, для якої створюється програма експериментальних досліджень

Запропонована інтелектуальна модель керування має трирівневу ієрархічну структуру, яка функціонує як єдиний замкнений цикл адаптивного керування зі зворотним зв'язком:

1. Рівень 1 — Середовище «розумного будинку»: Описує стохастичну динаміку. Зчитує поточний стан $X(t)$ (температура, освітлення, заряд батареї) та приймає стохастичні збурення $\xi(t)$ (погода, тарифи, поведінка мешканців (формула 1, 2).

2. Рівень 2 — Гібридне ядро Pareto–Nash–MPC: Центральний обчислювальний вузол, що складається з трьох функціональних шарів:

- **MAS-шар:** Організовує ігрову логіку. За допомогою детектора конфліктів (6) виявляє антагоністичну чутливість, шукає рівновагу Неша та узгоджує індивідуальні градієнти агентів через скалярну потенціальну функцію гри $\Psi(U)$ (формула 3, 4).

- **Pareto-шар:** Виконує багатокритеріальну оцінку. На основі агрегації цілей будує Парето-фронт та коригує динамічні ваги $w_k(t)$ для адаптації пріоритетів (наприклад, комфорт проти енергозбереження) (формула 5).

- **MPC-шар:** Здійснює прогнозне керування на горизонт H . Формує оператор керування з детермінованою політикою $U^*(t) = \pi(X(t); \theta)$ або з стохастичною стратегією $U^*(t) \sim \pi(a|X(t); \theta)$ та виконує оновлення параметрів θ методом градієнтного спуску (формула 6).

3. Рівень 3 — Шар агентів: Включає виконавчих агентів (агент клімату HVAC, агент світла LED, агент енергії, агент безпеки). Приймає обчислену першу оптимальну дію $U^*(t)$ і передає її на актуатори.

Цикл замикається передачею нового стану $X(t+1)$ на Рівень 1 (формула 1) та оновленням параметрів політики $\theta(t+1)$ (формула 6) за оцінкою глобальних витрат $J_{global}(U)$ (формула 5).

3. Комплексний проєкт програми експериментальних досліджень

Проєкт плану експериментальної валідації дисертаційного дослідження розподілене на три взаємопов'язані етапи

3.1 Етап чисельного (симуляційного) моделювання та бенчмаркінг (In-Silico Validation).

Мета: Оцінка ефективності Парето-оптимізації та порівняння з базовими підходами (PID, стандартний детермінований MPC, Q-learning).

Вхідні параметри: Добові та місячні профілі енергоспоживання (бази даних Pecan Street, ASHRAE); динамічні часові тарифи на електроенергію; задані графіки температурних уставок X_{set}^{text} ; фізичні параметри теплоємності будівлі; вхідні стохастичні збурення $\xi(t)$ (зовнішня температура, інсоляція).

Вихідні параметри: Показники агрегованої функції якості J_{global} , індивідуальні витрати J_i , інтегральний показник дискомфорту PD (Predicted Percentage Dissatisfied, %), загальне споживання електроенергії (kWh); час обчислення одного кроку оптимізації політики $\pi(X(t); \theta)$ у мілісекундах та геометрія створеного Парето-фронту. Експерименти реалізуються в середовищах Python (PyTorch, CasADi) та MATLAB/Simulink. показник геометрична площа недомінованого Парето-фронту $minJ(U)$; середня затримка розрахунку одного кроку ковзного горизонту H (ms).

Інструментарій: Python (PyTorch, CasADi), MATLAB / Simulink.

Очікуваний результат: Перевірка гіпотези про перевагу запропонованого методу за визначеними первинними метриками та статистичною процедурою Pareto-оптимальності над класичними PID-регуляторами та детермінованим MPC та спроможності шару Pareto зменшити сукупні витрати J_{global} у порівнянні з класичним MPC при збереженні показників комфорту.

3.2 Випробування робастності та стрес-тестування (Robustness & Stress-Testing).

Мета: Перевірка стійкості ігрової координації Неша та оцінка здатності детектора конфліктів запобігати «ураганим» конфліктам при високому рівні невизначеності стохастичних збурень $\xi(t)$.

Вхідні параметри: Стохастичні збурення $\xi(t)$ підвищеної амплітуди (різке відкриття вікон/дверей, аномальна інсоляція); штучні затримки та втрати мережевих пакетів (0-15%); раптові відмови або неетична поведінка окремих агентів $u_i(t)$.

Вихідні параметри: Середньоквадратична помилка прогнозу моделі динаміки $f(\cdot)$ (RMSE); кількість ітерацій до досягнення рівноваги Неша u_i^* ; швидкість збіжності потенціальної функції гри $\Psi(U)$ до рівноваги Неша; частота виходу вектору станів $X(t)$ за межі допустимої області $X(t) \notin X_{don}$.

Інструментарій: Експеримент проводиться за допомогою симуляцій методом Монте-Карло (Monte Carlo Simulations) та OpenDSS.

Очікуваний результат: Підтвердження збереження стійкості системного ядра Pareto–Nash–MPC. За сценаріями зі збуреннями амплітудою до 20% від номінальної оцінюють ймовірність порушення безпечних обмежень, максимальну тривалість порушення та час відновлення

3.3 Натурний експеримент та Hardware-in-the-Loop (HIL) випробування.

Мета: Перевірка практичної реалізованості запропонованої IT-архітектури та нейромережевого оператора керування $\pi(X(t); \theta)$ на Edge-пристроях з обмеженою обчислювальною потужністю.

Вхідні параметри: Реальні потоки даних із фізичних IoT-сенсорів (температура, вологість, CO₂, рівень освітленості, датчики присутності); сигнали

реле та інверторів акумуляторних батарей; обмеження обчислювальної пам'яті контролерів; обчислювальні обмеження мікроконтролерів та фізичні сигнали керування актуаторами $U(t)$.

Вихідні параметри: Мережева затримка пересилання повідомлень за протоколом MQTT (*Latency*, ms); завантаження обчислювальних ресурсів (CPU/RAM) на Edge-вузлах; швидкість адаптації ваг нейромережі $\theta(t)$ за формулою градієнтного спуску зі кроком η ; фактична економія ресурсів на фізичному обладнанні.

Інструментарій: Програмування реалізується на базі IoT Microcontrollers Edge Nodes (ESP32, Raspberry Pi) із використанням протоколу MQTT Broker та платформи Home Assistant.

Очікуваний результат: Доведення здатності мікроконтролерних систем виконувати розрахунок одного кроку MPC за час, що не перевищує 500 ms, забезпечуючи реалізацію замкненого циклу керування в реальному часі.

4. Обговорення результатів

Запропонована програма досліджень передбачає комплексну валідацію гібридної моделі Pareto–Nash–MPC шляхом поєднання чисельного моделювання, стрес-тестування та HIL-випробувань. Така послідовність дає змогу оцінити ефективність моделі, її робастність до стохастичних збурень і можливість практичної реалізації на Edge-пристроях.

На етапі чисельного моделювання передбачається оцінювання енергоспоживання, температурного дискомфорту, глобальної функції вартості, гіпероб'єму Парето-фронту та обчислювальної складності з порівнянням із PID, детермінованим MPC і Q-learning.

Стрес-тестування спрямоване на визначення стійкості моделі за умов стохастичних збурень, мережевих затримок, втрат пакетів і відмов агентів із використанням показників RMSE, N_{iter} , FCI та збіжності потенціальної функції.

HIL-випробування мають оцінити часові та обчислювальні характеристики системи. Отримані експериментальні дані дозволять перевірити відповідність моделі встановленим критеріям ефективності, робастності та роботи в реальному часі.

Водночас остаточне підтвердження гіпотези має ґрунтуватися на фактичних експериментальних даних усіх трьох етапів. Зіставлення результатів In-Silico, стрес-тестування та HIL-випробувань дозволить встановити умови симуляції властивості моделі після переходу до умов, наближених до реальної експлуатації.

5. Висновок

Запропонована програма експериментальних досліджень формує послідовну методологічну основу для валідації гібридної моделі Pareto–Nash–MPC у мультиагентній системі розумного будинку. Передбачене поєднання чисельного моделювання та бенчмаркінгу, стрес-тестування і HIL-випробувань дає змогу комплексно оцінити енергоефективність, комфорт, робастність, збіжність та обчислювальну ефективність моделі. Сформована система вихідних метрик, що включає J_{global} , PD , HV , $\Psi(U)$, $RMSE$, N_{iter} , FCI , $Latency$, CPU_{load} , забезпечує

кількісну основу для подальшого порівняння запропонованого підходу з базовими методами керування та перевірки його функціонування в умовах невизначеності. Отримання фактичних експериментальних даних на визначених етапах має забезпечити обґрунтовану оцінку ефективності, робастності та практичної реалізованості моделі.

6. Декларація III

Під час підготовки 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 кросмодельне 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. Автори перевірили кожне джерело, формулу й числове твердження та несуть відповідальність за остаточний текст. Усі згенеровані результати були критично перевірені, протестовані та затверджені авторами. Відповідальність за зміст покладається на авторів.

Список використаних джерел

1. Ghazvini H. R. B., Ghavami M., Haeri M. (2023) «Distributed Nash Equilibrium Seeking of Residential Energy Grids over Unreliable Communication Networks Using Predictive Control» URL: <https://doi.org/10.22060/miscj.2023.22098.5313>
2. Scarabaggio P., Mignoni N., Jantzen J., Carli R. та Dotoli M. (2024) «Model Predictive Control with Recursive Multi-step Input Convex Lipschitz Neural Networks: an Application to Smart Buildings» URL: <https://doi.org/10.1109/SMC54092.2024.10831606>
3. Anand A. S., Sawant S., Reinhardt D. та Gros S. (2025) «All AI Models are Wrong, but Some are Optimal») URL: <https://doi.org/10.48550/arxiv.2501.06086>
4. Heidarykiany R., Ababei C. (2025) «Advanced day-ahead scheduling of HVAC demand response control using novel strategy of Q-learning, model predictive control, and input convex neural» URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666546825000412>
5. Rangila J., Siriweera A., Paik I., Naruse K., Jayanada I., Devindi V. (2026) «S5-SHB Agent: Society 5.0 enabled Multi-model Agentic Blockchain Framework for Smart Home». URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2603.05027>

COMPLIANCE OF DBN V.2.5-39:2008 «HEAT NETWORKS» WITH MODERN TECHNOLOGIES AND APPROACHES TO HEAT SUPPLY

Gvozdetskyi Oleksandr,

PhD, Associate Professor

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

Introductions. Over the period since the early 2000s, significant technological and organizational changes have taken place in the field of heat supply. The development of energy-efficient technologies, automation, digital control systems, the use of renewable energy sources, and low-grade heat has led to changes in approaches to the design and operation of heat networks. Against this background, [1], developed taking into account the technical and organizational realities of that period, requires an assessment of its compliance with current conditions. Almost 20 years have passed since the development and entry into force of the document, during which the requirements for the energy efficiency, reliability, and environmental performance of heat supply systems have changed significantly.

At the same time, an analysis of the provisions of [1] indicates not only the need to update it in accordance with the current level of technological development, but also the presence of certain fundamental technical and methodological shortcomings that were incorporated at the stage of developing the regulatory document.

The increasing cost of energy resources, the need to reduce primary energy consumption, decarbonize, and improve the reliability of heat supply have highlighted the issue of modernizing existing systems. A significant proportion of heat networks continue to be characterized by high heat losses, physical and technological deterioration of equipment, significant operating costs, and insufficient energy efficiency. The European Commission considers improving the energy efficiency of heating and cooling systems, developing district heating, and increasing the use of renewable energy sources to be important components of the energy transition [2].

Modern European approaches envisage the gradual transformation of district heating into more flexible and energy-efficient systems capable of integrating various heat sources. Key areas include reducing the temperature parameters of heat networks, using low-grade heat, renewable energy sources, heat pumps, and waste heat from industrial enterprises, wastewater treatment plants, and other facilities [2], [5]. Heat pumps are considered one of the promising means of integrating low-grade heat sources and the electricity and heat sectors [4].

An important reference point for the development of heat supply systems is Directive (EU) 2023/1791, which provides for the gradual strengthening of requirements for “efficient” district heating and cooling systems, particularly with regard to the use of renewable energy, waste heat, and high-efficiency cogeneration [3]. Thus, European regulatory policy is aimed not only at improving the efficiency of

existing systems but also at their gradual transformation in accordance with the principles of decarbonization and the integration of various energy resources.

In this regard, the assessment of [1] should be carried out not only from the perspective of a formal comparison of its provisions with modern technologies, but also through a critical analysis of the calculation approaches, regulatory assumptions, and technical solutions incorporated into it.

Aim. The aim is to analyze the compliance of the provisions of [1] with modern technologies, technical solutions, and approaches to the design and operation of heat supply systems, identify the main technical and methodological shortcomings of the regulatory document, and assess the need to update it taking into account current trends in the development of heat supply systems in Ukraine and the European Union.

Materials and methods. The study is based on an analysis of the provisions of [1], current regulatory and technical documents of Ukraine, and regulatory and analytical materials of the European Union in the field of heat supply.

The methods of regulatory and technical, comparative, and systematic analysis were applied. The compliance of the requirements of [1] with modern technologies and approaches to the design and operation of heat networks was assessed, and the main provisions requiring clarification, updating, or revision were identified.

Results and discussion. The analysis shows that the provisions of [1] are largely oriented toward the traditional structure of district heating and do not fully take into account current trends in the development of heat networks. During the period since the document was developed, the countries of the European Union have shifted toward more energy-efficient, flexible, and integrated heat supply systems, which involve the extensive use of renewable energy sources, waste heat, heat pumps, automatic control, and digital monitoring. The European Commission identifies the recovery and use of waste heat and cold, the integration of renewable energy sources, and the use of heat pumps as important areas for the development of modern heating and cooling systems [2].

In accordance with Directive (EU) 2023/1791, the EU approach to district heating involves a gradual increase in the share of renewable energy, waste heat, and high-efficiency cogeneration in district heating and cooling systems. The Directive also provides for the gradual strengthening of the criteria for an “efficient” district heating system and a focus on its decarbonization by 2050 [3]. For existing systems with a capacity exceeding 5 MW, transformation plans are to be developed with the aim of improving the efficiency of primary energy use, reducing distribution losses, and increasing the share of renewable energy and waste heat [3].

Thus, the modern European approach considers a heat network not only as a system for transporting a heat carrier from the source to the consumer, but also as a component of an integrated energy system. This requires consideration at the design stage of the possibility of operating the network with different heat sources, changing temperature and hydraulic regimes, applying automatic control, heat pumps, and waste heat recovery.

Comparison of modern approaches with the provisions of [1] also revealed a number of provisions that require not only updating but also technical clarification or

correction. In particular, it is appropriate to review the requirements concerning the number and redundancy of pumping equipment, the conditions for the use of flow-limiting devices at subscriber connections, the number of heat exchangers, as well as the algorithms for selecting mixing pumps in individual heating substations.

Clause 10.19 is proposed to be worded as follows:

10.19 The number of pumps shall be taken as follows:

- network pumps – not less than two, one of which shall be a standby pump; the standby pump shall be installed regardless of the number of operating pumps;
- booster and mixing pumps (in heat networks) – not less than two, one of which shall be a standby pump. The pumps shall have variable-frequency control of the electric motor speed;
- make-up pumps – in closed heat supply systems, not less than two, one of which shall be a standby pump; in open systems, not less than two, one of which shall also be a standby pump;
- at points where a water heat network is divided into hydraulically isolated zones (sectioning points), in closed heat supply systems, one make-up pump without standby is permitted, while in open systems, one operating pump and one standby pump shall be installed.

The number of pumps shall be specified taking into account their joint operation in the heat network.

The proposed clarification is aimed at improving the reliability and energy efficiency of pumping systems, while the use of variable-frequency control makes it possible to adapt pump capacity to the actual operating conditions of the heat network.

Clause 16.7.3 is appropriate to be worded as follows:

16.7.3 A flow-limiting device (limiting orifice plate, differential pressure regulator (flow regulator)) may be omitted at the subscriber connection if the excess pressure at the connection does not exceed 50–80 kPa and the flow limitation is achieved by appropriate adjustment of the automatic heat flow (temperature) regulator in the fully open position.

This clarification makes it possible to more clearly distinguish between the functions of heat-carrier flow limitation and automatic heat-load control.

Clause 16.12 is proposed to be worded as follows:

16.12 The minimum number of water-to-water heat exchangers shall be taken as follows:

- two, connected in parallel, each designed for 100% of the heat load – for building heating systems for which interruption of heat supply is not permitted;
- one – for all other heating systems;
- at each heating stage – one domestic hot water heat exchanger, except for buildings where interruption of domestic hot water heat supply is not permitted.

When steam-to-water heat exchangers are installed in heating, ventilation, or domestic hot water systems, their number shall be at least two, connected in parallel. Standby heat exchangers need not be provided.

For process equipment for which interruption of heat supply is not permitted, standby heat exchangers shall be installed, designed for the heat load corresponding to the operating conditions of the process equipment at the enterprise.

A separate regulatory provision is required for the algorithm for selecting pumping equipment for individual heating substations. The current regulatory document [1] does not contain a sufficiently clear algorithm for selecting mixing pumps depending on their installation arrangement, required head, and flow rate. Therefore, it is appropriate to supplement the regulatory document with corresponding calculation relationships.

When a pump is installed on a bypass between the supply and return pipelines of the heating system, its head should be taken as 0.02–0.03 MPa (2–3 m of water column) greater than the pressure losses in the heating system, while the pump flow rate should be determined by the relationship:

$$G = 1,1 \cdot G_{o.max} \cdot U; \quad (1)$$

$$U = \frac{\tau_1 - \tau_{11}}{\tau_{11} - \tau_2}, \quad (2)$$

where: $G_{o.max}$ – the calculated maximum heat carrier flow rate for heating, t/h;

U – the mixing coefficient determined according to the temperatures of the heat carrier in the supply and return pipelines;

τ_1 – the temperature of the heat carrier in the supply pipeline, °C;

τ_{11} – the temperature of the heat carrier in the supply pipeline of the heating system, °C;

τ_2 – the temperature of the heat carrier in the return pipeline, °C.

When a pump is installed on the supply or return pipeline, its head should be determined depending on the pressure required in the heating system for filling it, with a reserve of 2–3 m of water column, while the pump flow rate should be determined by the relationship:

$$G = 1,1 \cdot G_{o.max} \cdot (U + 1). \quad (3)$$

When the pressure difference at the heat supply connection is less than or equal to 0.08 MPa (8 m of water column), it is appropriate to provide for the installation of a mixing pump on the supply pipeline. When the pressure difference exceeds 0.08 MPa, the pump should be installed on the return pipeline.

Important shortcomings were also identified in Annex A of [1]. In particular, the designations and units of measurement of certain quantities are not sufficiently clearly specified, which complicates the practical use of the calculation relationships. The following quantities should be clearly defined:

– $Q_{o.max}$ – maximum heat load of heating systems, MW;

– $Q_{в.max}$ – maximum heat load of ventilation systems, MW;

– $Q_{зв.сеп}$ – average heat load of domestic hot water systems, MW;

– $Q_{зв.max}$ – maximum heat load of domestic hot water systems, MW;

– t' – hot water temperature at the outlet of the first heating stage of the heat exchanger, °C;

– $t_{х.з.}$ – cold water temperature in the winter period, taken as 5 °C.

The system of units used in formulas (A.1)–(A.8) of [1] also requires clarification. In Table A.1 of [1], heat loads are given in MW, whereas the structure of some

calculation relationships corresponds to the use of quantities in W. Such inconsistency creates a risk of errors in the practical application of the regulatory formulas. Therefore, formulas (A.1)–(A.8) should be brought into conformity with the units of measurement adopted in Table A.1, and the units of all quantities should be clearly specified.

Formula (A.7) of [1] also requires clarification, in which the 20% safety factor should be represented by a multiplier of 1.2 rather than by adding 0.2 to the corresponding ratio. The proposed version of the formula should ensure unambiguous consideration of the 20% safety margin.

An analysis of formulas (A.5) and (A.7) of [1] also indicates the need for an additional verification of the calculation algorithm for determining the heat carrier flow rate for single-stage and two-stage domestic hot water systems. The two-stage scheme for connecting heat exchangers to the heat network is intended to reduce the heat carrier flow rate. Therefore, for identical initial parameters, the calculated heat carrier flow rate for the two-stage scheme should not be greater than that for the single-stage scheme. The inconsistency identified in the current relationships requires verification of the initial mathematical relationships and their correction.

In addition, formula (A.8) of [1] does not take into account the first heating stage of the heat exchanger, although the corresponding component is included in formula (A.7) of [1]. Therefore, formula (A.8) of [1] should be revised taking into account the corresponding heat balance component and aligned with the adopted two-stage heating scheme.

Thus, the identified inconsistencies are not merely editorial in nature. Some of them may directly affect the results of hydraulic and thermal calculations, the selection of pumping equipment, the determination of heat carrier flow rates, and technical solutions in the design of individual heating substations. This substantiates the need for a comprehensive review of the relevant provisions of [1], taking into account modern calculation methods and heat network design practices.

Conclusions. The analysis showed that the provisions of [1] require a systematic review taking into account modern technologies, design methods, and European approaches to the development of heat supply. The main areas for updating should include improving the energy efficiency and reliability of heat networks, integrating renewable energy sources, waste heat, and heat pumps, and applying automatic control and modern management systems.

A number of provisions of [1] requiring technical clarification or adjustment were identified, in particular Clauses 10.19, 16.7.3, and 16.12, as well as the provisions of Annex A concerning the calculation of heat loads and heat carrier flow rates. Particular attention should be paid to the redundancy of pumping and heat-exchange equipment, algorithms for selecting pumps for individual heating substations, and the consistency of units of measurement and mathematical relationships.

The identified discrepancies in the calculation formulas in Annex A may affect the results of design calculations and, consequently, the selection of equipment and technical solutions. Therefore, it is appropriate not only to clarify individual provisions editorially but also to conduct a complete technical verification of the calculation section of the DBN, followed by the introduction of justified amendments.

The updating of the regulatory document [1] should be aimed at establishing a regulatory framework that complies with modern principles of energy-efficient, reliable, and flexible heat supply and takes into account the development trends of district heating systems in the European Union.

References:

1. ДБН В.2.5-39:2008. (2009). *Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі* (зі Зміною № 1). Мінрегіонбуд України. https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3200381547559519359
2. European Commission. (n.d.). *Heating and cooling*. https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/heating-and-cooling_en
3. European Parliament & Council of the European Union. (2023). *Directive (EU) 2023/1791 of the European Parliament and of the Council of 13 September 2023 on energy efficiency and amending Regulation (EU) 2023/955 (recast)*. EUR-Lex. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:32023L1791>
4. International Energy Agency. (n.d.). *Heat pumps in district heating and cooling systems*. <https://www.iea.org/>
5. European Commission. (2025). *District heating and cooling in the European Union*. https://energy.ec.europa.eu/publications/district-heating-and-cooling-european-union_en

THEORETICAL AND METHODOLOGICAL FOUNDATIONS OF INDUSTRIAL ZONE REVITALIZATION IN POST-WAR UKRAINE

Lipianin Vadym

PhD in Technical Sciences, Associate Professor
National University of Water Management and Environmental Sciences,
Rivne, Ukraine

The current stage of urbanized areas' development in Ukraine in 2026–2027 is characterized by an urgent need to optimize spatial resources within municipal boundaries. The consequence of long-term deindustrialization processes of the late 20th and early 21st centuries, which were catastrophically exacerbated and accelerated by large-scale destruction due to military actions, was the emergence of significant massifs of abandoned, damaged, or completely non-functional industrial areas. In domestic and global practice, these zones are classified as the city's "grey belt" or "brownfields."

Remaining isolated spatial enclaves, these territories provoke deep ecological and social degradation of adjacent areas, block the connectivity of the city-wide transport and pedestrian fabric, and generate chronic losses for municipal budgets due to inefficient land use. Amid the reorientation of Ukraine's urban planning policy vector towards the principles of sustainable urbanism, reflected in the international concept "Build Back Better," the radical transformation of industrial zones for civic needs becomes an alternative-free tool for the intensive development of communities.

The theoretical foundation for the regeneration and ecological restoration of the urban environment was laid in the fundamental works of domestic scholars, namely Yu. Bilokon, M. Diomin, and T. Panchenko. Global experience in the development of brownfield-type territories and the architectural and landscape conversion of industrial heritage is covered in detail in the studies of foreign urbanists, in particular, P. Kirkwood, H. Kaufmann, and E. Berger. However, the specifics of urban spatial transformation in Ukraine under conditions of an acute shortage of domestic investment resources, large-scale destruction, and specific security risks require a radical revision and scientific substantiation of the methodological toolkit of urban management.

The purpose of the article is a comprehensive substantiation and systematization of the theoretical and methodological foundations for developing urban planning decisions regarding the revitalization of urban industrial zones and the formulation of an integrated model for their conversion into multifunctional spaces for civic purposes.

To achieve the set purpose, a complex of general scientific and specialized urban planning research methods was applied:

- System-structural analysis method — to determine the place of industrial enclaves within the general urban framework of a modern city and to decompose the tasks of revitalization.

□ Comparative analysis — to compare foreign models of brownfield redevelopment [4] with the legal and regulatory realities of Ukraine (in particular, the requirements of DBN B.2.2-12:2019 [1]).

□ Eco-urbanism and conceptual modeling methodology — to formulate a planning structure of the Mixed-Use Development type adapted to the demographic and security challenges of 2026–2027.

It has been established that the modern paradigm of industrial zone revitalization is based on the rejection of strict functional zoning (monofunctionalism), which dominated the industrial era, in favor of the concept of mixed use of space. The integration of former industrial territories into the residential and public fabric of a modern Ukrainian city must occur in accordance with regulatory documents [1] and should ensure the simultaneous resolution of three interconnected dimensions of sustainable development:

1. Social dimension: the elimination of spatial and social segregation, the creation of an inclusive urban environment, and the formation of barrier-free pedestrian and bicycle connections between the isolated object and the surrounding buildings. The integration of housing functions for internally displaced persons (IDPs) is of particular importance.

2. Environmental dimension: deep engineering remediation and reclamation of technogenically contaminated sites, elimination of historical sources of chemical and oil pollution, and a significant increase in the area of public green spaces.

3. Economic dimension: returning degraded territories that have fallen out of economic life into the city's fiscal and legal framework, attracting private development investments, and creating high-tech jobs in non-destructive (creative, scientific, service) economic sectors.

The methodological core of the transformation is the spatial model of the "15-minute city." It implies that within the revitalized territory, a resident can gain access to basic services (work, education, commerce, recreation) without using private motor vehicles, by making pedestrian trips of up to 15 minutes (pedestrian accessibility radius $R \leq 1200$ meters).

The implementation of multifunctional Mixed-Use models in Ukraine faces serious regulatory and conceptual debates. A number of researchers insist on preserving the industrial profile of the territories to restore the state's industrial potential. However, as the practice of 2026–2027 shows, locating large, energy-intensive, and environmentally hazardous enterprises directly inside residential areas is a gross violation of environmental standards and creates additional security threats under current military challenges.

Therefore, an alternative-free compromise is the relocation of heavy industry to specialized suburban industrial parks, while urban brownfields are subject to adaptation for the needs of the civilian population, incorporating environmentally friendly, knowledge-intensive industries (e.g., IT laboratories, 3D prototyping, clean assembly plants).

The revitalization of urban industrial zones for civic needs in Ukraine is a key tool for the sustainable spatial development of communities, preventing chaotic urban

sprawl by utilizing internal territorial reserves. The transition to the Mixed-Use Development paradigm ensures a balanced resolution of the social, environmental, and economic tasks of recovery, integrating abandoned territories into a unified inclusive urban framework in accordance with European standards.

References

1. National Standard of Ukraine. (2019). *Planning and development of territories: DBN B.2.2-12:2019* [In force since 2019-10-01]. Ministry of Regional Development, Building and Housing and Communal Services of Ukraine. [in Ukrainian]
2. Diomin, M. M., & Sydorenko, O. V. (2023). Renovation of industrial territories in the context of sustainable development of large cities. *Urban Planning and Territorial Planning*, (82), 112–125. [in Ukrainian]
3. Tkachenko, T. M. (2025). The concept of "Build Back Better" in the restoration of urban infrastructure of Ukraine. *Construction and Civil Engineering*, 14(2), 45–52. [in Ukrainian]
4. Kirkwood, N. (2019). *Manufactured Sites: Rethinking the Post-Industrial Landscape*. Spon Press.

ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ ГАЗОПОСТАЧАННЯ СЕЛА БАРАНІВКА БОГОДУХІВСЬКОГО РАЙОНУ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ КОТЕЛЬНІ

Павловський Сергій Валерійович

к.т.н., доцент

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова

Бурімов Дмитро Русланович

студент

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова

Газопостачання сільських населених пунктів залишається одним із ключових напрямів розвитку інженерної інфраструктури в Україні, особливо в умовах необхідності підвищення енергетичної безпеки та ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів. Питання оптимального проєктування розподільних газових мереж активно розробляються у світовій науковій літературі: запропоновано підходи до моделювання й оптимізації мереж газопостачання для нових об'єктів [1], методи оптимізації мереж з урахуванням можливого розширення в майбутньому [2], а також лінеаризовані MINLP-моделі для практичного застосування в задачах розподілу газу [3]. Окремої уваги заслуговують дослідження з оптимізації топології мережі, що одночасно мінімізують сукупні витрати та ризики експлуатації [4], і методи оптимального проєктування конфігурації газотранспортних мереж [5]. Разом із розвитком розподільних мереж не менш важливим є підвищення енергоефективності джерел теплопостачання – котелень, які забезпечують теплом підключених споживачів. Комплексне вирішення обох завдань – проєктування мережі газопостачання села Баранівка Богодухівського району Харківської області та модернізація котельні – дає змогу одночасно скоротити витрати палива й підвищити надійність теплопостачання населення.

Метою роботи є проєктування системи газопостачання села Баранівка Богодухівського району Харківської області та обґрунтування заходів з підвищення енергоефективності котельні за рахунок модернізації теплогенеруючого обладнання.

Об'єктом дослідження є проєктована розподільна мережа газопостачання с. Баранівка та котельня, що обслуговує житлову забудову населеного пункту. Розрахункова схема побудована на основі даних про кількість населення (620 осіб) та кількість домогосподарств (235), що дало змогу визначити орієнтовну довжину розподільної мережі (6,8 км) для умовної траси прокладання

трубопроводів по вулицях села. Для оцінки ефективності роботи котельні розрахунковою тепловою потужністю 1,20 МВт застосовано порівняльний аналіз двох експлуатаційних сценаріїв: базового, з фактичним коефіцієнтом корисної дії (ККД) 0,82, та модернізованого, з ККД 0,90, який досягається за рахунок заміни застарілих котлоагрегатів на сучасні конденсаційні або модульні котли з автоматизованим регулюванням режимів горіння. Методика оцінки базується на підходах до моделювання й оптимізації енергетичних мереж, застосованих у роботах [1–3], а розподіл навантаження мережі враховує принципи топологічної оптимізації, викладені в [4, 5]. Для порівняння сценаріїв прийнято нижчу теплоту згоряння природного газу 34,0 МДж/м³, умовну кількість годин використання розрахункового навантаження котельні протягом опалювального періоду – 2200 год/рік, а також усереднений коефіцієнт викидів діоксиду вуглецю під час спалювання природного газу – 1,90 кг СО₂/м³. На основі цих вихідних даних виконано розрахунок річної витрати газу, питомої витрати газу на одиницю відпущеної теплоти та обсягу викидів СО₂ для чотирьох значень ККД котельні – 82, 85, 88 та 90 %, що дало змогу простежити тенденцію зміни показників у процесі поетапної модернізації обладнання.

Результати розрахунку річної витрати природного газу, питомої витрати газу, обсягу викидів СО₂ та економії газу відносно базового сценарію для чотирьох значень ККД котельні наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 Показники роботи котельні залежно від ККД

ККД котельні, %	Витрата газу, тис. м³/рік	Питома витрата газу, м³/ГДж	Викиди СО₂, т/рік	Економія газу від базового, %
82	340.9	35.9	647.7	0.0
85	328.9	34.6	624.8	3.5
88	317.6	33.4	603.5	6.8
90	310.6	32.7	590.1	8.9

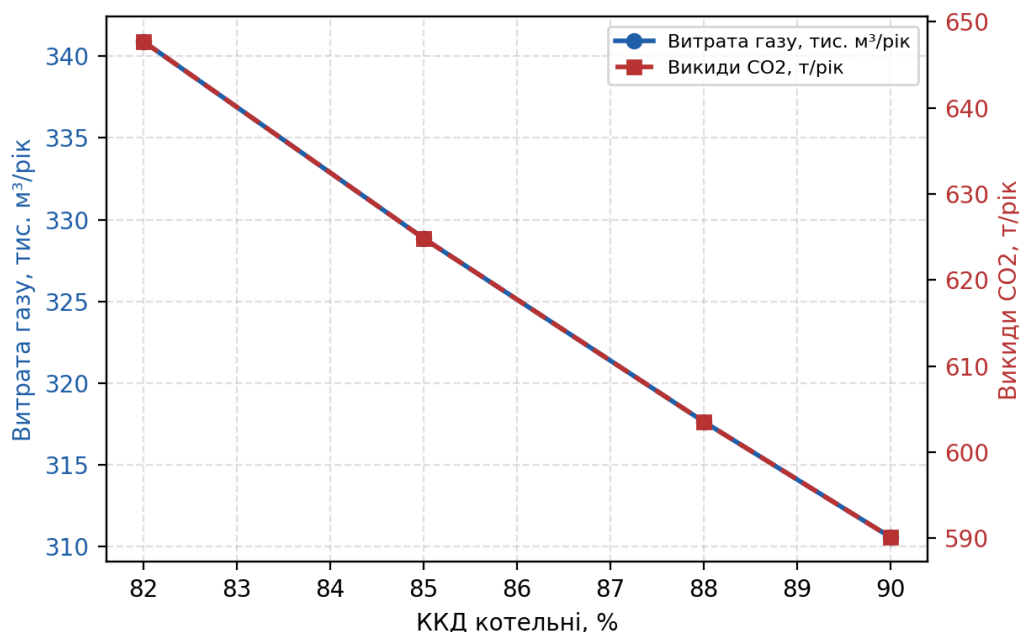


Рисунок 1 – Залежність витрати газу та викидів CO₂ від ККД котельні
Джерело рисунка: розроблено автором (Plotly)

Як видно з таблиці 1 та рисунка 1, підвищення ККД котельні з базового значення 82 % до модернізованого значення 90 % дає змогу знизити річну витрату природного газу з 340.9 до 310.6 тис. м³/рік, що відповідає економії 8.9 % палива. Відповідно скорочуються й викиди діоксиду вуглецю – з 647.7 до 590.1 т/рік. Простежується чітка монотонна залежність: кожен наступний етап модернізації (85, а потім 88 %) забезпечує додаткове зниження питомої витрати газу на одиницю відпущеної теплоти, що підтверджує доцільність поетапної заміни котлоагрегатів. Отримані результати узгоджуються із загальними підходами до оптимізації енергетичних мереж і об'єктів теплопостачання, викладеними в [1–5], та підтверджують, що комплексне проектування розподільної мережі газопостачання довжиною 6,8 км для 235 домогосподарств села Баранівка доцільно поєднувати з модернізацією котельні для досягнення максимального економічного та екологічного ефекту.

У роботі виконано проектне обґрунтування системи газопостачання села Баранівка Богодухівського району Харківської області на 620 осіб населення (235 домогосподарств) з орієнтовною довжиною розподільної мережі 6,8 км, а також визначено ефект від підвищення енергоефективності котельні розрахунковою потужністю 1,20 МВт. Встановлено, що підвищення ККД котельні з 0,82 до 0,90 забезпечує економію природного газу на рівні 8.9 % та відповідне скорочення викидів CO₂, що свідчить про доцільність модернізації теплогенеруючого обладнання паралельно з будівництвом нової газорозподільної мережі. Отримані результати можуть бути використані під час розроблення проектної документації газопостачання населених пунктів Богодухівського району та визначення пріоритетних заходів з енергозбереження на об'єктах комунальної теплоенергетики.

Список літератури

1. Ghaffarian H., et al. Modeling and optimization of natural gas distribution networks for new supplier projects // Energy Conversion and Management: X. 2022. Vol. 15. P. 100240. DOI: 10.1016/j.ecmx.2022.100240. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590174522000630>
2. Katz M., et al. Optimization of a natural gas distribution network with potential future extensions // Energy. 2017. Vol. 125. P. 848–859. DOI: 10.1016/j.energy.2016.11.090. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544216317200>
3. De Wolf D., Smeers Y., et al. Linearization of an MINLP model and its application to gas distribution optimization // Energy. 2018. Vol. 146. P. 156–168. DOI: 10.1016/j.energy.2017.05.185. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544217309817>
4. Zhang X., et al. Layout optimization of natural gas network planning: Synchronizing minimum risk loss with total cost // Journal of Natural Gas Science and Engineering. 2016. Vol. 33. P. 255–263. DOI: 10.1016/j.jngse.2016.05.017. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187551001630316X>
5. Huang Y., et al. Optimal design of a natural gas transmission network layout // Chemical Engineering Research and Design. 2013. Vol. 91, No. 12. P. 2465–2476. DOI: 10.1016/j.cherd.2013.04.005. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263876213001317>

ТЕХНІЧНЕ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ГАЗОПОСТАЧАННЯ СЕЛА ЯРОШІВКА ХАРКІВСЬКОГО РАЙОНУ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ З ОПТИМІЗАЦІЄЮ ГАЗОВОГО ГОСПОДАРСТВА КОТЕЛЬНІ

Павловський Сергій Валерійович

к.т.н., доцент

Харківський національний університет міського господарства імені О. М.

Бекетова

Борщевська Кристина Русланівна

студентка

Харківський національний університет міського господарства імені О. М.

Бекетова

Вступ

Технічне удосконалення систем газопостачання сільських населених пунктів та оптимізація газового господарства котелень є одним із важливих напрямів підвищення енергоефективності комунальної теплоенергетики України. Значний резерв економії природного газу закладено у використанні теплоти відхідних газів котлів: дослідженнями встановлено, що охолодження продуктів згоряння нижче точки роси з подальшим використанням рекуперованої теплоти дає змогу суттєво підвищити енергетичну та ексергетичну ефективність газової теплогенеруючої установки [1]. Питання розвитку розподільних мереж газопостачання й моделювання нових об'єктів висвітлено у роботі [2], а особливості конвективного теплообміну в теплоутилізаційних установках, що працюють на відхідних газах котлів, за даними натурних вимірювань детально досліджено в [3]. Питання багатоперіодного оптимального планування інфраструктури газотранспортних мереж з урахуванням розподілу витрат газу розглянуто в [4], а сучасні підходи до мінімізації споживання природного газу побутовими котлами на основі нейромережових моделей і генетичних алгоритмів запропоновано в [5]. Узагальнення цих напрямів – рекуперації теплоти відхідних газів, оптимізації газового господарства та інтелектуальних методів керування споживанням газу – є основою для комплексного технічного удосконалення системи газопостачання села Ярошівка Харківського району Харківської області.

Метою роботи є технічне удосконалення системи газопостачання села Ярошівка Харківського району Харківської області шляхом оптимізації газового господарства котельні за рахунок утилізації теплоти відхідних газів.

Методи.

Об'єктом дослідження є котельня, що входить до складу газового господарства системи газопостачання села Ярошівка Харківського району Харківської області. Технічне удосконалення передбачає встановлення теплоутилізаційного обладнання (контактного або поверхневого економайзера) для охолодження відхідних газів котлоагрегата нижче точки роси водяної пари, що міститься у продуктах згоряння природного газу, і використання рекуперованої теплоти для підігріву підживлювальної води чи повітря горіння, відповідно до підходу, обґрунтованого в [1]. Для розрахункової оцінки прийнято теплову потужність котельні 0,95 МВт та умовну кількість годин використання розрахункового навантаження протягом опалювального періоду 2100 год/рік. Розглянуто чотири експлуатаційні сценарії глибини охолодження відхідних газів на виході з котла – 150, 120, 90 та 60 °С, кожному з яких відповідає певне значення коефіцієнта корисної дії (ККД) котельні – 0,85; 0,88; 0,91 та 0,94 відповідно, що враховує додаткове надходження теплоти конденсації водяної пари в міру поглиблення охолодження. Характер теплообміну в теплоутилізаційній установці та залежність коефіцієнта тепловіддачі від режимних параметрів прийнято узгодженими з результатами натурних вимірювань, наведеними в [3]. Оптимізація розподілу газу в межах газового господарства населеного пункту враховує принципи багатоперіодного планування інфраструктури газотранспортних мереж [2, 4], а перспективним напрямом подальшого підвищення ефективності керування споживанням газу визначено застосування інтелектуальних методів прогнозування навантаження котельні, зокрема на основі нейромережових моделей і генетичних алгоритмів [5]. Для порівняння сценаріїв прийнято нижчу теплоту згоряння природного газу 34,0 МДж/м³ та усереднений коефіцієнт викидів діоксиду вуглецю під час спалювання природного газу 1,90 кг CO₂/м³. На основі цих вихідних даних виконано розрахунок річної витрати газу, питомої витрати газу на одиницю відпущеної теплоти, потужності рекуперованої теплоти та обсягу викидів CO₂ для чотирьох розглянутих сценаріїв охолодження відхідних газів.

Результати.

Результати розрахунку річної витрати природного газу, питомої витрати газу, потужності рекуперованої теплоти, обсягу викидів CO₂ та економії газу відносно базового сценарію для чотирьох розглянутих температур відхідних газів наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 Показники роботи котельні залежно від температури відхідних газів

Темп. відхідних газів, °С	ККД котельні, %	Витрата газу, тис. м³/рік	Рекуперов ана теплота, кВт	Викиди CO ₂ , т/рік	Економія газу від базового, %
150	85	248.5	0.0	472.2	0.0
120	88	240.0	38.1	456.1	3.4
90	91	232.1	73.7	441.0	6.6
60	94	224.7	107.0	427.0	9.6

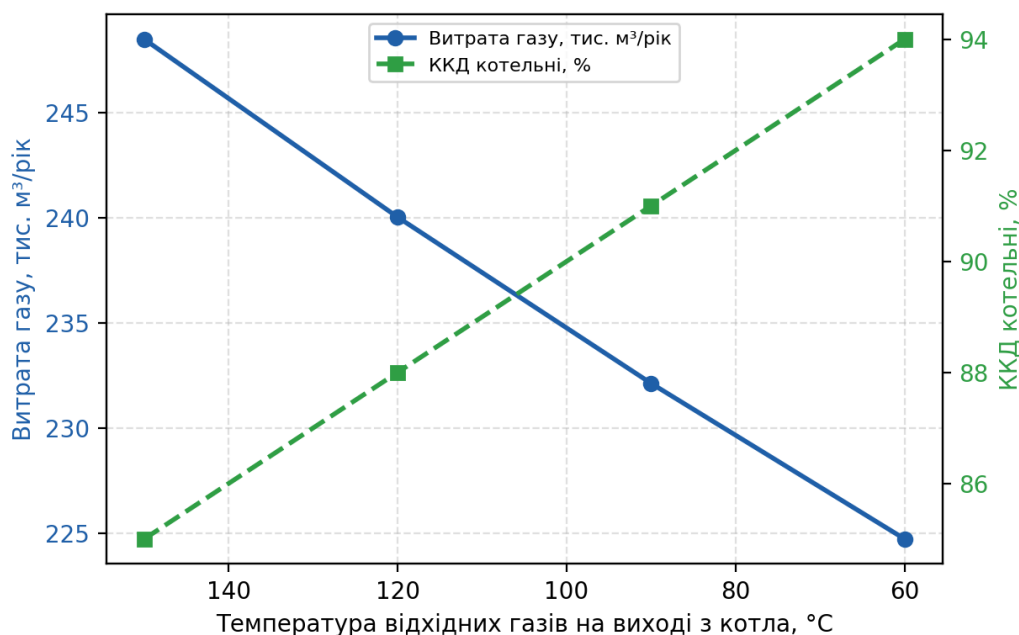


Рисунок 1 – Залежність витрати газу та ККД котельні від температури відхідних газів

Джерело рисунка: авторська розробка

Як видно з таблиці 1 та рисунка 1, зниження температури відхідних газів на виході з котла з 150 до 60 °С, тобто охолодження продуктів згоряння нижче точки роси, супроводжується зростанням ККД котельні з 85 до 94 % за рахунок використання теплоти конденсації водяної пари. Відповідно потужність рекуперованої теплоти зростає до 107.0 кВт, а річна витрата природного газу знижується з 248.5 до 224.7 тис. м³/рік, що відповідає економії 9.6 % палива. Відповідно скорочуються й викиди діоксиду вуглецю – з 472.2 до 427.0 т/рік. Простежується чітка монотонна залежність: кожен наступний етап поглиблення охолодження відхідних газів (120, а потім 90 °С) забезпечує додаткове зниження питомої витрати газу на одиницю відпущеної теплоти, що підтверджує технічну доцільність встановлення теплоутилізаційного обладнання, узгоджену з результатами [1, 3]. Отримані показники узгоджуються також із загальними підходами до оптимізації газового господарства та інтелектуального керування споживанням газу, викладеними в [2, 4, 5], і підтверджують, що технічне

удосконалення котельні доцільно розглядати як складову комплексної оптимізації системи газопостачання села Ярошівка.

Висновки.

У роботі обґрунтовано технічне удосконалення системи газопостачання села Ярошівка Харківського району Харківської області шляхом оптимізації газового господарства котельні розрахунковою тепловою потужністю 0,95 МВт за рахунок утилізації теплоти відхідних газів. Встановлено, що глибоке охолодження продуктів згоряння нижче точки роси – з 150 до 60 °С – дає змогу підвищити ККД котельні з 0,85 до 0,94, отримати додаткову потужність рекуперованої теплоти 107.0 кВт та забезпечити економію природного газу на рівні 9.6 % з відповідним скороченням викидів CO₂. Це свідчить про технічну і екологічну доцільність встановлення теплоутилізаційного обладнання на котельні як складової комплексної оптимізації газового господарства населеного пункту. Отримані результати можуть бути використані під час розроблення проєктних рішень з енергозбереження на об'єктах комунальної теплоенергетики Харківського району.

Список літератури

1. Ostrowski, P., Szelejewski, F., & Zymelka, P. Assessment of improvement in the energy and exergy efficiency of the gas heat plant after the exhaust gas cooled down below the dew point and the use of recovered heat // *Energy*. 2020. Vol. 190. Article 116179. DOI: 10.1016/j.energy.2019.116179. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544219318742>
2. Alves Jr., O., & Fontes, C. Modeling and optimization of natural gas distribution networks for new supplier projects // *Energy Conversion and Management: X*. 2022. Vol. 15. Article 100240. DOI: 10.1016/j.ecmx.2022.100240. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590174522000630>
3. Zhang, W., Wang, S., Mu, L., Jamshidnia, H., & Zhao, X. Investigation of the forced-convection heat-transfer in the boiler flue-gas heat recovery units employing the real-time measured database // *Energy*. 2022. Vol. 238. Article 121715. DOI: 10.1016/j.energy.2021.121715. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544221019630>
4. Wen, K., Lu, Y., Lu, M., Zhang, W., Zhu, M., Qiao, D., Meng, F., Zhang, J., Gong, J., & Hong, B. Multi-period optimal infrastructure planning of natural gas pipeline network system integrating flowrate allocation // *Energy*. 2022. Vol. 257. Article 124745. DOI: 10.1016/j.energy.2022.124745. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544222016486>
5. Tsoumalis, G. I., Bamos, Z. N., Chatzis, G. V., Biskas, P. N., & Keranidis, S. D. Minimization of natural gas consumption of domestic boilers with convolutional, long-short term memory neural networks and genetic algorithm // *Applied Energy*. 2021. Vol. 299. Article 117256. DOI: 10.1016/j.apenergy.2021.117256. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261921006760>

ПРОЄКТУВАННЯ ГАЗОВОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ СЕЛА БОГДАНІВКА ПОЛТАВСЬКОГО РАЙОНУ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ З ОПТИМІЗАЦІЄЮ РОБОТИ КОТЕЛЬНІ

Павловський Сергій Валерійович

к.т.н., доцент

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова

Слюсарчук Дарія Олегівна

студентка

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова

Газифікація сільських населених пунктів залишається одним із пріоритетних напрямів розвитку інженерної інфраструктури України, оскільки природний газ і надалі є основним джерелом теплопостачання для індивідуальної забудови та об'єктів соціальної сфери. Проектування розподільних газових мереж супроводжується необхідністю розв'язання задачі гідравлічного розрахунку в умовах невизначеності попиту та складу газу, що відображено в сучасних підходах до динамічної оптимізації трубопроводних мереж [1].

Розвиток методів багатоперіодного планування дозволяє узгоджувати пропускну спроможність ділянок мережі з перспективним зростанням навантаження та розподілом витрат газу між споживачами, що є особливо актуальним для сіл із поетапною забудовою, подібних до с. Богданівка [2].

Паралельно з гідравлічним розрахунком мережі важливим завданням є підвищення енергоефективності котельні, що живить систему теплопостачання села. Використання коефіцієнта використання палива (Fuel Input Factor) як інструменту оптимізації керування пальником газового котла дає змогу суттєво знизити питому витрату газу без заміни основного обладнання [3].

Дослідження щодо оптимізації режимів роботи багатокотлових котелень на основі моделей прогнозувального керування (MPC) підтверджують, що адаптивний розподіл навантаження між котлами дозволяє скоротити споживання палива на 5–15 % порівняно з традиційними схемами регулювання «на постійну температуру» [4].

У контексті переходу України до систем теплопостачання четвертого покоління відзначається, що ефективність модернізації котелень визначається не лише станом теплогенерувального обладнання, а й узгодженістю його режимів роботи з реальним гідравлічним і тепловим навантаженням розподільної мережі [5].

Перспективним напрямом підвищення екологічності газових мереж є часткове допалення відновлюваного водню, однак дослідження показують, що це вимагає окремого перегляду показників якості газопостачання й пропускної спроможності мережі, що варто враховувати вже на стадії проєктування [6]. Таким чином, комплексне проєктування газової інфраструктури села повинно поєднувати гідравлічний розрахунок розподільної мережі з оптимізацією режимів роботи котельні.

Метою роботи є проєктування газорозподільної мережі с. Богданівка Полтавського району Полтавської області на основі гідравлічного розрахунку ділянок трубопроводу з підбором економічно доцільних діаметрів та розроблення заходів з оптимізації режиму роботи газової котельні системи теплопостачання села.

Гідравлічний розрахунок розподільної мережі низького тиску виконано за методикою розрахунку ділянок трубопроводу за витратою газу, що враховує залежність втрати тиску від довжини, діаметра ділянки та режиму руху газу. Для кожної ділянки мережі i -того номера визначено робочу швидкість руху газу, коефіцієнт гідравлічного тертя та відповідну втрату тиску.

$$\Delta p_i = \lambda_i \left(\frac{L_i}{d_i} \right) \left(\frac{\rho w_i^2}{2} \right) \quad (1)$$

$$\lambda_i = 0,11 \left(\frac{K_e}{d_i} + \frac{68}{Re_i} \right)^{0,25} \quad (2)$$

$$d_i = \sqrt{\frac{4Q_i}{\pi w_{\text{доп}}}} \quad (3)$$

$$Q_k = B \cdot Q_n^p \cdot \eta_k \quad (4)$$

Δp_i — втрата тиску газу на ділянці i , Па; λ_i — коефіцієнт гідравлічного тертя ділянки i ; L_i — довжина ділянки i , м; d_i — внутрішній діаметр труби ділянки i , м; ρ — густина природного газу, кг/м³; w_i — швидкість руху газу на ділянці i , м/с.

K_e — еквівалентна шорсткість внутрішньої поверхні труби, м; Re_i — число Рейнольдса для ділянки i ; Q_i — розрахункова об'ємна витрата газу на ділянці i , м³/с; $w_{\text{доп}}$ — допустима (розрахункова) швидкість руху газу, м/с.

Q_k — корисна теплова потужність котла, кВт; B — витрата газоподібного палива, м³/год; Q_n^p — нижча теплота згоряння природного газу, МДж/м³; η_k — коефіцієнт корисної дії котла з урахуванням заходів оптимізації.

На основі формул (1)–(4) виконано гідравлічний розрахунок шести характерних ділянок газорозподільної мережі — від точки підключення до газорегуляторного пункту (ГРП) до найвіддаленішої групи споживачів. Розрахункова густина природного газу прийнята $\rho = 0,73$ кг/м³, кінематична в'язкість — $\nu = 14,3 \cdot 10^{-6}$ м²/с, еквівалентна шорсткість внутрішньої поверхні труб — $K_e = 0,1$ мм. Результати розрахунку наведено в таблиці 1.

Таблиця 1. Результати гідравлічного розрахунку ділянок газопроводу с. Богданівка

№ ділянки	L_i , м	Q_i , м ³ /год	d_i , мм	w_i , м/с	Δp_i , Па
1	850	210	150	3,3	560
2	620	140	125	3,2	480
3	540	95	100	3,4	610
4	410	62	80	3,4	640
5	330	38	63	3,4	680
6	275	21	50	3,0	590

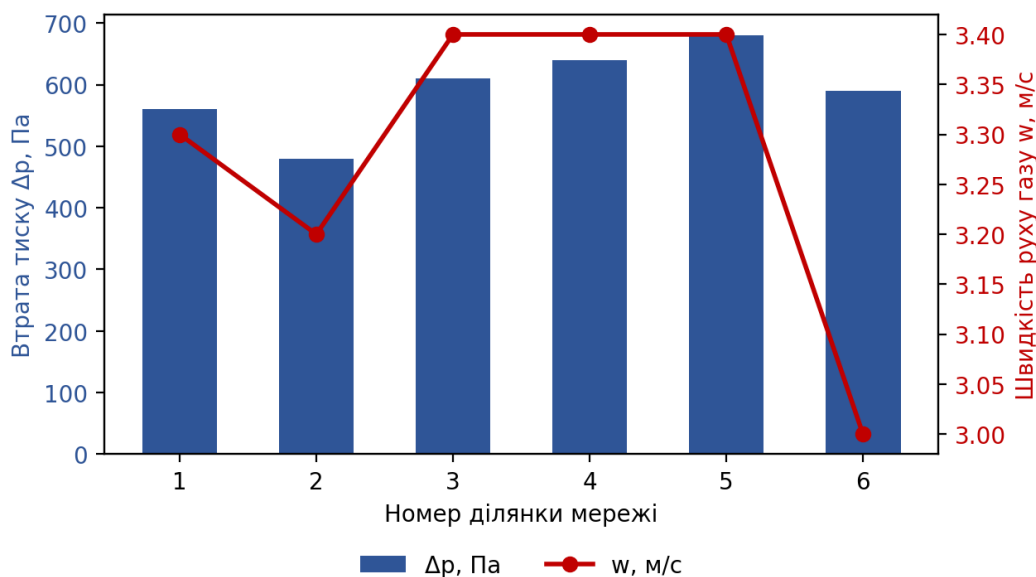


Рисунок 1. Втра́та тиску Δp та швидкість руху газу w на ділянках мережі

Джерело рисунка: розроблено авторами за результатами розрахунку.

Як видно з таблиці 1 та рисунка 1, втра́та тиску на ділянках мережі змінюється в межах 480–680 Па і не є монотонною функцією довжини ділянки: найбільше значення (680 Па) отримано на ділянці 5 ($L = 330$ м, $d = 63$ мм) через відносно високу швидкість руху газу ($w = 3,4$ м/с) і малий діаметр труби, тоді як на ділянці 2 ($L = 620$ м, $d = 125$ мм) втра́та тиску є найменшою (480 Па) завдяки більшому перетину трубопроводу, попри значну довжину.

Сумарна втра́та тиску по найдовшому розрахунковому напрямку (ділянки 1–5) становить близько 2650 Па, що не перевищує допустимого нормативного перепаду тиску для мереж низького тиску (до 1800–3000 Па залежно від категорії ділянки), і підтверджує коректність прийнятих діаметрів $d = 50 \dots 150$ мм.

Швидкість руху газу на всіх ділянках перебуває в діапазоні 3,0–3,4 м/с, що суттєво нижче допустимої межі (7 м/с для мереж низького тиску), залишаючи технологічний резерв пропускної спроможності мережі на випадок приєднання нових споживачів на етапах подальшої забудови села.

Використання розрахованого за формулою (4) теплового навантаження котельні спільно з коефіцієнтом використання палива [3] дозволило оцінити потенціал підвищення ККД котельні з $\eta_k = 0,88$ до $\eta_k = 0,93$ за рахунок оптимізації

режиму керування пальниковим пристроєм, що відповідає економії природного газу в межах 5–6 % на опалювальний сезон і узгоджується з результатами [3; 4].

За результатами виконаного гідравлічного розрахунку запропоновано варіант трасування та діаметрів газорозподільної мережі с. Богданівка, що забезпечує допустимі швидкості руху газу (3,0–3,4 м/с) та сумарну втрату тиску, яка не перевищує нормативних значень для мереж низького тиску.

Встановлено, що визначальний вплив на втрату тиску на ділянці має співвідношення її довжини та діаметра, а не довжина ділянки сама по собі, що підтверджується порівнянням ділянок 2 та 5.

Запропоновані заходи з оптимізації режиму роботи котельні на основі керування коефіцієнтом використання палива дозволяють підвищити ККД котельні щонайменше на 5 в. п. і скоротити витрату природного газу на опалювальний сезон, що загалом підвищує енергетичну ефективність системи газопостачання і теплопостачання села Богданівка.

Список літератури

1. Liu K., Biegler L. T., Zhang B., Chen Q. Dynamic optimization of natural gas pipeline networks with demand and composition uncertainty. *Chemical Engineering Science*. 2020. 215, 115449. DOI: 10.1016/j.ces.2019.115449.
2. Wen K., Lu Y., Lu M., Zhang W., Zhu M., Qiao D., Meng F., Zhang J., Gong J., Hong B. Multi-period optimal infrastructure planning of natural gas pipeline network system integrating flowrate allocation. *Energy*. 2022. 257, 124745. DOI: 10.1016/j.energy.2022.124745.
3. Bartnicki G., Klimczak M., Ziembicki P. Evaluation of the effects of optimization of gas boiler burner control by means of an innovative method of Fuel Input Factor. *Energy*. 2023. 263, 125708. DOI: 10.1016/j.energy.2022.125708.
4. Saloux E., Runge J., Zhang K. Operation optimization of multi-boiler district heating systems using artificial intelligence-based model predictive control: Field demonstrations. *Energy*. 2023. 285, 129524. DOI: 10.1016/j.energy.2023.129524.
5. Polyvianchuk A., Semenenko R., Kapustenko P., Klemeš J. J., Arsenyeva O. The efficiency of innovative technologies for transition to 4th generation of district heating systems in Ukraine. *Energy*. 2023. 263, 125876. DOI: 10.1016/j.energy.2022.125876.
6. Fontoura J., Soares F. J., Mourão Z., Coelho A. Optimising green hydrogen injection into gas networks: Decarbonisation potential and influence of quality-of-service indexes. *Sustainable Energy, Grids and Networks*. 2024. article 101543. DOI: 10.1016/j.segan.2024.101543.

РАЦІОНАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ГАЗОПОСТАЧАННЯ СЕЛА МИРНЕ БОРИСПІЛЬСЬКОГО РАЙОНУ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНЕ ВДОСКОНАЛЕННЯ КОТЕЛЬНІ

Устименко Ольга Сергіївна

студентка

Харківський національний університет міського господарства імені О. М.
Бекетова

Редько Олександр Федорович

д.т.н., проф.

Харківський національний університет міського господарства імені О. М.
Бекетова

Вступ. Експлуатація газорозподільних мереж сільських населених пунктів, побудованих за нормативами попередніх десятиліть, часто супроводжується суттєвим запасом пропускної спроможності відносно фактичного газоспоживання, що знижує економічну ефективність систем газопостачання. Задачі динамічної оптимізації газотранспортних мереж в умовах невизначеності попиту та складу газу набувають дедалі більшого значення для обґрунтування раціональних рішень щодо реконструкції таких мереж [1].

Сучасні підходи до моделювання й оптимізації розподільних мереж природного газу для нових проєктів приєднання споживачів дозволяють узгоджувати діаметри трубопроводів із реальними гідравлічними навантаженнями, що є основою для раціоналізації вже існуючих мереж, подібних до мережі с. Мирне [2].

Питання надійності газопостачання при раціоналізації мережі не менш важливе за економічну складову: методи оцінювання надійності на основі байєсівських мереж і глибокого навчання з підкріпленням дають змогу врахувати ризики зниження пропускної спроможності окремих ділянок під час їх можливого перерозрахунку на менший діаметр [3].

Паралельно з раціоналізацією мережі важливим завданням є технологічне вдосконалення котельні, що забезпечує теплопостачання села. Використання коефіцієнта використання палива (Fuel Input Factor) як інструменту оптимізації керування пальником газового котла дає змогу суттєво знизити питому витрату газу без заміни основного обладнання [4].

Узгодження гідравлічних і теплових характеристик мережі в задачах балансу «пропозиція – попит» підтверджує, що енергозбереження і скорочення викидів досягаються насамперед за рахунок сумісної, а не ізольованої оптимізації мережі та джерела теплопостачання [5].

Перспективним напрямом підвищення економічної ефективності газових мереж є моделі оптимального розподілу пропускної спроможності між ділянками (pipe sharing), які на рівні дворівневої оптимізаційної задачі дозволяють виявляти ділянки з надлишковим перерізом труби, придатні для раціоналізації без погіршення надійності газопостачання [6]. Таким чином, раціоналізація системи газопостачання села Мирне повинна поєднувати перевірочний гідравлічний розрахунок існуючої мережі з технологічним удосконаленням режиму роботи котельні.

Мета роботи. Метою роботи є раціоналізація системи газопостачання с. Мирне Бориспільського району Київської області на основі перевірочного гідравлічного розрахунку існуючих ділянок мережі з виявленням резервів пропускної спроможності та розроблення заходів з технологічного вдосконалення режиму роботи газової котельні.

Матеріали та методи. Перевірочний гідравлічний розрахунок існуючої розподільної мережі низького тиску виконано за методикою розрахунку ділянок трубопроводу за фактичною витратою газу, що враховує залежність втрати тиску від довжини, діаметра ділянки та режиму руху газу. Для оцінювання доцільності подальшої експлуатації чи перерозрахунку ділянки введено коефіцієнт раціональності перерізу, що характеризує співвідношення допустимої та фактичної швидкості руху газу.

$$\Delta p_i = \lambda_i \left(\frac{L_i}{d_i} \right) \left(\frac{\rho w_i^2}{2} \right) \quad (1)$$

$$\lambda_i = 0,11 \left(\frac{K_e}{d_i} + \frac{68}{Re_i} \right)^{0,25} \quad (2)$$

$$k_i = \frac{w_{\text{доп}}}{w_i} \quad (3)$$

$$Q_k = B \cdot Q_{\text{н}}^{\text{п}} \cdot \eta_k \quad (4)$$

Δp_i — втрата тиску газу на ділянці i , Па; λ_i — коефіцієнт гідравлічного тертя ділянки i ; L_i — довжина ділянки i , м; d_i — внутрішній діаметр труби ділянки i , м; ρ — густина природного газу, кг/м³; w_i — швидкість руху газу на ділянці i , м/с.

K_e — еквівалентна шорсткість внутрішньої поверхні труби, м; Re_i — число Рейнольдса для ділянки i ; k_i — коефіцієнт раціональності перерізу ділянки i (відношення допустимої швидкості до фактичної); $w_{\text{доп}}$ — допустима (нормативна) швидкість руху газу, м/с.

Q_k — корисна теплова потужність котла, кВт; B — витрата газоподібного палива, м³/год; $Q_{\text{н}}^{\text{п}}$ — нижча теплота згоряння природного газу, МДж/м³; η_k — коефіцієнт корисної дії котла з урахуванням заходів оптимізації.

Результати та обговорення. На основі формул (1)–(4) виконано перевірочний гідравлічний розрахунок шести характерних ділянок існуючої газорозподільної мережі с. Мирне — від точки підключення до газорегуляторного пункту (ГРП) до найвіддаленішої групи споживачів. Розрахункова густина природного газу прийнята $\rho = 0,73$ кг/м³, кінематична

в'язкість — $\nu = 14,3 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$, еквівалентна шорсткість внутрішньої поверхні труб — $K_e = 0,1 \text{ мм}$, допустима швидкість руху газу — $w_{\text{доп}} = 7 \text{ м/с}$. Результати розрахунку наведено в таблиці 1.

Таблиця 1. Результати перевірконого гідралічного розрахунку ділянок газопроводу с. Мирне

№ ділянки	$L_i, \text{ м}$	$Q_i, \text{ м}^3/\text{год}$	$d_i, \text{ мм}$	$w_i, \text{ м/с}$	$\Delta p_i, \text{ Па}$	$k_i, -$
1	780	185	140	3,3	560	2,12
2	560	120	110	3,5	610	2,00
3	460	78	90	3,4	610	2,06
4	350	45	70	3,2	570	2,19
5	300	27	57	2,9	530	2,41
6	230	15	45	2,6	440	2,69

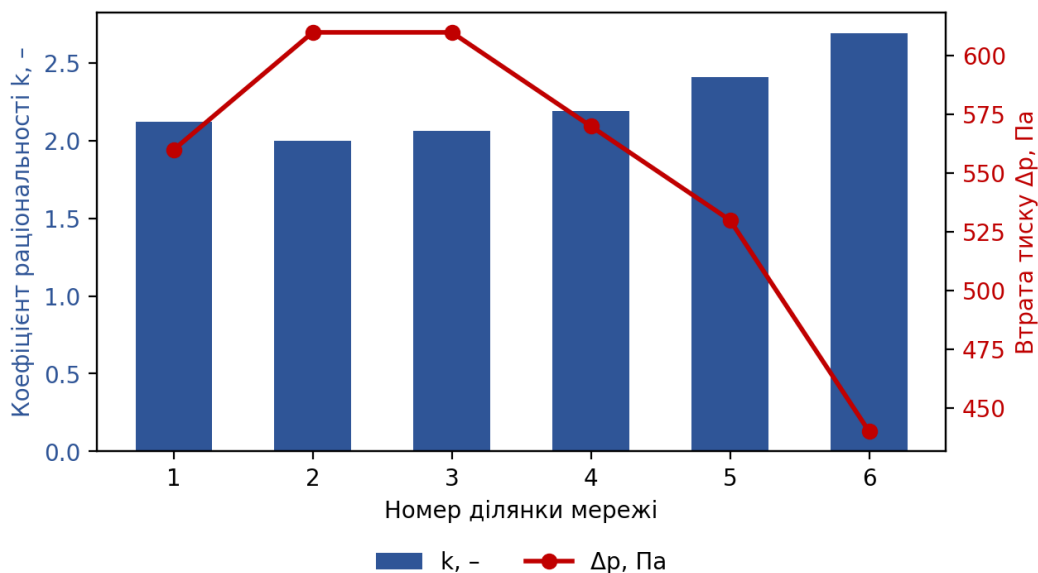


Рисунок 1. Коефіцієнт раціональності перерізу k та втрата тиску Δp на ділянках мережі

Джерело рисунка: розроблено авторами за результатами розрахунку.

Як видно з таблиці 1 та рисунка 1, коефіцієнт раціональності перерізу k змінюється в межах 2,00–2,69 і зростає в напрямку від магістральної ділянки 1 до периферійних ділянок мережі: найбільше значення ($k = 2,69$) отримано на ділянці 6 ($d = 45 \text{ мм}$, $w = 2,6 \text{ м/с}$), що свідчить про значний невикористаний запас пропускної спроможності цієї ділянки, тоді як на ділянці 2 ($d = 110 \text{ мм}$, $w = 3,5 \text{ м/с}$) коефіцієнт є найменшим ($k = 2,00$) і відповідає найбільш раціонально використаному перерізу труби.

Втрата тиску на ділянках мережі змінюється в межах 440–610 Па; сумарна втрата тиску по найдовшому розрахунковому напрямку (ділянки 1–5) становить близько 2280 Па, що не перевищує допустимого нормативного перепаду тиску для мереж низького тиску (до 1800–3000 Па залежно від категорії ділянки).

Ділянки 4–6 з коефіцієнтом раціональності $k > 2,2$ доцільно розглядати як пріоритетні кандидати на перерозрахунок діаметра при черговій реконструкції

мережі: зменшення діаметра цих ділянок дозволить скоротити капітальні витрати на трубопровід без вичерпання нормативного запасу пропускної спроможності, оскільки навіть після можливого зменшення перерізу швидкість руху газу залишатиметься істотно нижчою за допустиму межу $w_{\text{доп}} = 7$ м/с.

Використання розрахованого за формулою (4) теплового навантаження котельні спільно з коефіцієнтом використання палива [4] дозволило оцінити потенціал підвищення ККД котельні з $\eta_k = 0,87$ до $\eta_k = 0,92$ за рахунок технологічного вдосконалення режиму керування пальниковим пристроєм, що відповідає економії природного газу в межах 5–6 % на опалювальний сезон і узгоджується з результатами [4; 5].

Висновки. За результатами виконаного перевірного гідравлічного розрахунку встановлено, що існуюча газорозподільна мережа с. Мирне має значний запас пропускної спроможності (коефіцієнт раціональності перерізу $k = 2,00$ – $2,69$), що свідчить про доцільність її раціоналізації при подальшій реконструкції.

Виявлено три ділянки (4, 5, 6) з коефіцієнтом раціональності $k > 2,2$, для яких рекомендовано перерозрахунок діаметра в бік зменшення з метою скорочення капітальних витрат за умови збереження допустимих швидкостей руху газу та нормативної втрати тиску.

Запропоновані заходи з технологічного вдосконалення режиму роботи котельні на основі керування коефіцієнтом використання палива дозволяють підвищити ККД котельні щонайменше на 5 в. п. і скоротити витрату природного газу на опалювальний сезон, що загалом підвищує економічну та енергетичну ефективність системи газопостачання і теплопостачання села Мирне.

Список літератури

1. Liu K., Biegler L. T., Zhang B., Chen Q. Dynamic optimization of natural gas pipeline networks with demand and composition uncertainty. Chemical Engineering Science. 2020. 215, 115449. DOI: 10.1016/j.ces.2019.115449.
2. Alves Jr. O., Fontes C. Modeling and optimization of natural gas distribution networks for new supplier projects. Energy Conversion and Management: X. 2022. 15, 100240. DOI: 10.1016/j.ecmx.2022.100240.
3. Fan L., Su H., Wang W., Zio E., Zhang L., Yang Z., Peng S., Yu W., Zuo L., Zhang J. A systematic method for the optimization of gas supply reliability in natural gas pipeline network based on Bayesian networks and deep reinforcement learning. Reliability Engineering & System Safety. 2022. 225, 108613. DOI: 10.1016/j.res.2022.108613.
4. Bartnicki G., Klimczak M., Ziembicki P. Evaluation of the effects of optimization of gas boiler burner control by means of an innovative method of Fuel Input Factor. Energy. 2023. 263, 125708. DOI: 10.1016/j.energy.2022.125708.
5. Hong B., Qiao D., Li Y., Sun X., Yang B., Li L., Gong J., Wen K. Supply-demand balance of natural gas pipeline network integrating hydraulic and thermal characteristics, energy conservation and carbon reduction. Energy. 2023. 283, 128427. DOI: 10.1016/j.energy.2023.128427.

6. Zhao W., Liao Q., Qiu R., Liu C., Xu N., Yu X., Liang Y. Pipe sharing: A bilevel optimization model for the optimal capacity allocation of natural gas network. *Applied Energy*. 2024. 359, 122731. DOI: 10.1016/j.apenergy.2024.122731.

EXPERIMENTAL STUDY OF HEAT TRANSFER BETWEEN A DENSE BED OF GRANULAR MATERIAL AND A THROUGH-FLOW GAS STREAM

Boshkova Irina,

Doctor of Techn. Sc., Prof., Professor
Odesa National University of Technology

Aryku Antonina

Candidate of Techn. Sc., Senior lecturer
Odesa National University of Technology

Volgusheva Natalya

Candidate of Techn. Sc., Assoc. Prof., Assoc. Professor
Odesa National University of Technology

Mukminov Igor

PhD, Senior lecturer
Odesa National University of Technology

The growth in global energy demand has significantly intensified the search for new energy sources and energy storage methods [1]. It has been established that direct-contact heat recovery units, characterized by direct heat exchange between a gas (air) and a bed of particles, have considerable potential for improving energy utilization efficiency. This study presents data on heat transfer between a through-flow gas stream and a dense moving bed of expanded clay and gravel at temperature differences typical of industrial facilities with low-temperature heat emissions. Rational operating parameters of direct-contact heat recovery units are characterized by the heating rate and heat-transfer intensity [2]. Beds of granular material (packings) are widely used in many industries, particularly in power engineering, chemical technology, and transport. Predicting liquid or gas flow parameters is an important task in the design of apparatuses containing such packings [3]. The aim of this study is to select a suitable material for use as a granular packing and to determine rational operating parameters for heat transfer.

The particle size of the packing that provides the most complete heat exchange between the gaseous and solid media depends largely on the thermophysical properties of the solid packing. The granular material should possess the following properties: high thermal conductivity, hardness, abrasion resistance, heat resistance, and chemical resistance. Material cost is also an important consideration when selecting the packing. Quartz, corundum, zeolites and other minerals, ceramics, polymeric materials, and sand may be considered as particulate materials. At the same time, the operating conditions of the heat exchanger must be taken into account. The packing material

should have a high specific heat capacity, be thermally and chemically resistant, not crack under rapid temperature changes, not evaporate or undergo significant abrasion, and withstand impact loads.

The following quantities are used to characterize packings and heat exchangers based on them: specific particle surface area per unit bed volume, m^2/m^3 ; bulk density of the packing, kg/m^3 ; equivalent particle diameter, m ; and bed porosity, ε .

Gravel and expanded clay were selected for further investigation; their properties are presented in Table 1.

Table 1.
Main characteristics of the granular materials and bed geometry

Material	Specific heat capacity c_p , $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$	Thermal conductivity λ , $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$	Density ρ , kg/m^3
Gravel	750–1000	0.4–0.93	1950–2022
Expanded clay	840	0.16–0.20	825–950

The experiments were conducted using a test rig containing a vertical working section in the form of a cylindrical channel loaded with granular material. The bed height was 0.40–0.52 m. In the study of heat transfer in a dense moving bed, the material moved through the channel under gravity while being heated by an air stream supplied laterally through an air duct located directly above the outlet opening. The bed velocity was controlled by the discharge opening. A schematic diagram of the experimental setup is shown in Fig. 1.

The experimental procedure was as follows. The required air temperature was set on the controller, after which fan 1 and heater 2 were switched on. The air flow rate was regulated by a damper at the fan inlet. Once the setup reached the required operating conditions, a specified mass of material was loaded and temperature measurements were started. The temperatures of the air and material were measured at the inlet and outlet of the setup, as well as the material temperature at a distance of 0.12 m from the upper level of the heat-exchange section. The maximum bed height was 0.52 m and the channel diameter was 0.1 m. Temperatures were measured at 30 s intervals. The inlet air temperature was varied from 50 °C to 80 °C. Each experiment was repeated three times. During the experiments, the temperatures of the air and particles were determined at $x = 0$ and $x = L$ of the working chamber, as well as at $x = 0.75L$ (for a loading mass below 2.01 kg). The resulting data were used to analyze the effects of process duration, bed mass, and inlet temperature on the temperature distributions of the solid and gaseous components, and to calculate the amount of heat transferred.

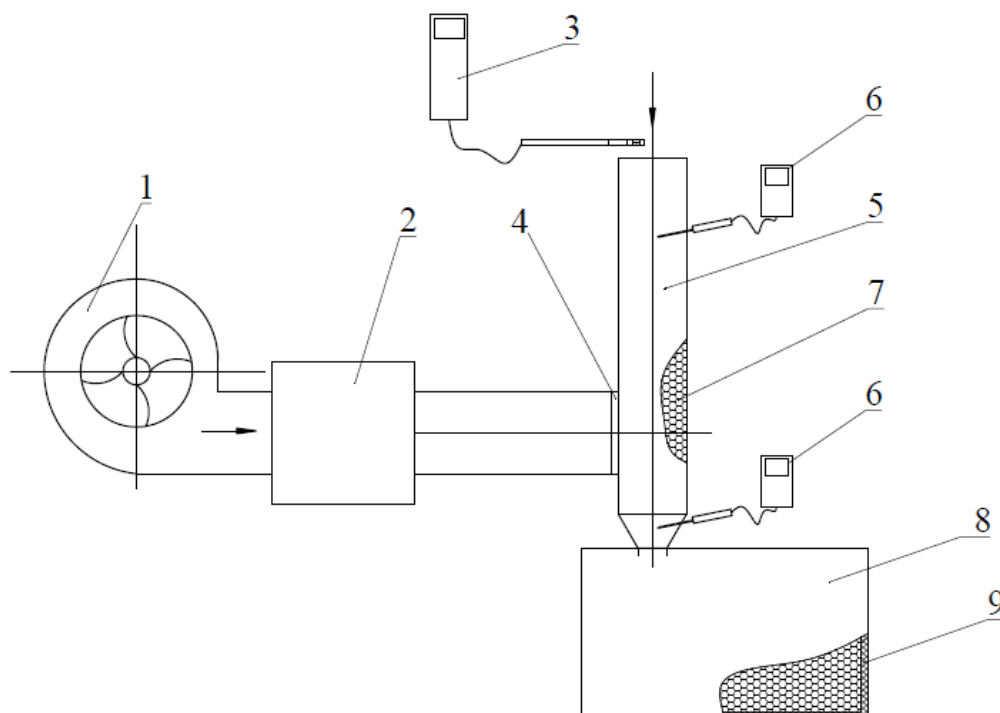


Figure 1. Experimental setup for studying heat transfer in a dense bed of granular material. Source of the figure [4].

1 – fan; 2 – heater; 3 – anemometer; 4 – screen; 5 – working chamber;
6 – thermometer; 7 – particulate material; 8 – particulate-material collection
vessel; 9 – insulation.

The following measuring instruments were used: TVE-0.5-0.01 electronic scales, TKhA (K-type) thermocouples used together with an M4533/1Ts digital multimeter, and an ATT-1004 anemometer. Figure 2 shows photographs of the setup with the measuring instruments connected.



Figure 2. Experimental setup equipped with instruments for measuring temperature and gas-flow velocity. Source of the figure: own illustration

Figure 3 shows the expanded-clay temperature as a function of time at different distances from the inlet. As can be seen from the graph, the material temperature varies along the bed height even after steady-state conditions have been reached, which is associated with heat losses to the surroundings. The material at the inlet is heated most intensively. At $x = 0$, the material temperature does not exceed $71\text{ }^{\circ}\text{C}$, while the period of intensive heating ends after 600 s (indicated by the dashed line in the graph) at a temperature of $68\text{ }^{\circ}\text{C}$. The heating rate of the material at the inlet section decreases after 240 s of operation.

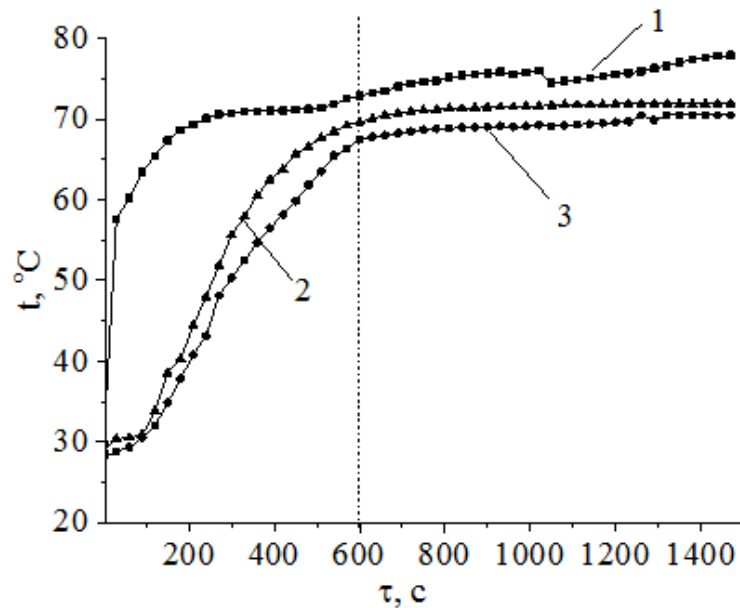


Figure 3. Variation of expanded-clay temperature with time at different distances from the inlet. Source of the figure: own illustration

1 – t_m , $x = 0$; 2 – t_m , $x = 0.39\text{ m}$; 3 – t_m , $x = 0.52\text{ m}$; $t'_a = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$.

In all experiments (Fig. 3.5), the heating rate of the material at the inlet section was substantially higher than at the outlet. A reduction in bed mass also increased the heating rate at both the inlet and outlet sections. At $t'_a = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$, the heating rate at the outlet section was 0.065 K/s ; at $t'_a = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$, it was 0.044 K/s for a loading mass of $m = 2.01\text{ kg}$; and at $m = 1.7\text{ kg}$, the heating rate was 0.059 K/s . At the same loading mass (curves 1 and 2) and the same material temperature corresponding to the change in heating intensity for curve 2, $t = 53\text{ }^{\circ}\text{C}$, the heating rate under condition 1 was 0.1 K/s . A 20% reduction in loading mass resulted in a 25% increase in the heating rate.

Experiments with a dense stationary bed of gravel showed a significant quantitative difference in both the heating rate and the time required to reach steady-state conditions.

It was established that, during heat exchange between heated air and a dense stationary bed of granular material, the temperature curves have a similar form for expanded-clay loading masses of 2.01 kg and 1.67 kg , inlet air temperatures $t'_a = 50\text{--}80\text{ }^{\circ}\text{C}$, and ambient and initial material temperatures of $13\text{--}28\text{ }^{\circ}\text{C}$. The differences concern the time required to establish thermal equilibrium and the temperature levels

at the inlet and outlet of the apparatus. The initial temperature of the gaseous component has a substantial effect on the material heating rate. At $t'_a = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$, the heating rate of expanded clay at the outlet section is 0.065 K/s; at $t'_a = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$, it is 0.044 K/s for a loading mass of $m = 2.01\text{ kg}$; and at $m = 1.7\text{ kg}$, it is 0.059 K/s. At the same loading mass, $m = 2.01\text{ kg}$, and at the same material temperature, $t = 53\text{ }^{\circ}\text{C}$, corresponding to the decrease in heating intensity at $t'_a = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$, the heating rate at $t'_a = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$ is 0.1 K/s. The time required to reach thermal stabilization in a stationary expanded-clay bed is determined by the inlet air temperature and loading mass and lies within 400–500 s for inlet temperatures $t'_a = 60$ and $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ and masses $m = 1.7\text{ kg}$ and 2.01 kg . The heating rate of expanded clay lies within the range 0.044–0.1 K/s.

References

1. Djamel Eddine Chetti. (2024). An Experimental Study to Determine the Heat Transfer Coefficients during Heating and Cooling of Gravel (Porous Material) through Passing Air. *International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering*, 12(4), 5351 –. Retrieved from <https://www.ijisae.org/index.php/IJISAE/article/view/7345>
2. Study of the heat exchange of a gas flow with a dense layer of moving granulated material / I. L. Boshkova et al. *Ecological Sciences*. 2019. Vol. 3, no. 26. P. 15–18. URL: <https://doi.org/10.32846/2306-9716-2019-3-26-3>.
3. Papkov V., Shadymov N., Pashchenko D. Gas flow through a packed bed with low tube-to-particle diameter ratio: Effect of pellet roughness. *Physics of Fluids*. 2024. Vol. 36, no. 2. URL: <https://doi.org/10.1063/5.0183475>.
4. Investigation of heat exchange in a blown dense layer of granular materials / A. Solodka et al. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. Vol. 5, no. 8 (89). P. 58–64. URL: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.112217>.

МОНЕТАРНА ТРАНСФОРМАЦІЯ ЯПОНІЇ: ВНУТРІШНІ ТА ГЛОБАЛЬНІ ЕКОНОМІЧНІ НАСЛІДКИ

Ярошевич Наталя Богуславівна

к.е.н., доцент

Національний університет «Львівська політехніка»,
Інститут економіки і менеджменту,
кафедра менеджменту і міжнародного підприємництва

Івахів Марко Мар'янович

Студент

Національний університет «Львівська політехніка»,
Інститут економіки і менеджменту

Тривалий період значного диференціалу процентних ставок між Японією та іншими розвиненими економіками створював сприятливі умови для використання японської єни у стратегіях carry trade. Інвестори залучали фінансування в єнах за відносно низькими процентними ставками, конвертували отримані кошти в іноземну валюту та інвестували їх у активи з вищою очікуваною дохідністю, зокрема у США та країнах Європи. Масштабне використання такої стратегії протягом тривалого періоду посилювало структурний тиск на курс єни та сприяло її послабленню щодо основних світових валют.

Знецінення єни має неоднозначні наслідки для японської економіки. З одного боку, воно підвищує цінову конкурентоспроможність японських експортерів, а з іншого – збільшує вартість імпортованих товарів та енергетичних ресурсів. Для економіки Японії, яка значною мірою залежить від імпорту енергоносіїв, послаблення національної валюти створює додатковий інфляційний тиск і може знижувати реальну купівельну спроможність домогосподарств.

У відповідь на зміну інфляційної ситуації та поступове формування умов для виходу з тривалого дефляційного середовища Банк Японії (Bank of Japan, BOJ) з 2024 року розпочав поступову нормалізацію монетарної політики. Цей процес означав поступовий відхід від надзвичайно низьких процентних ставок та інших нетрадиційних інструментів монетарного стимулювання, які протягом тривалого часу застосовувалися для протидії дефляції та підтримки економічної активності.

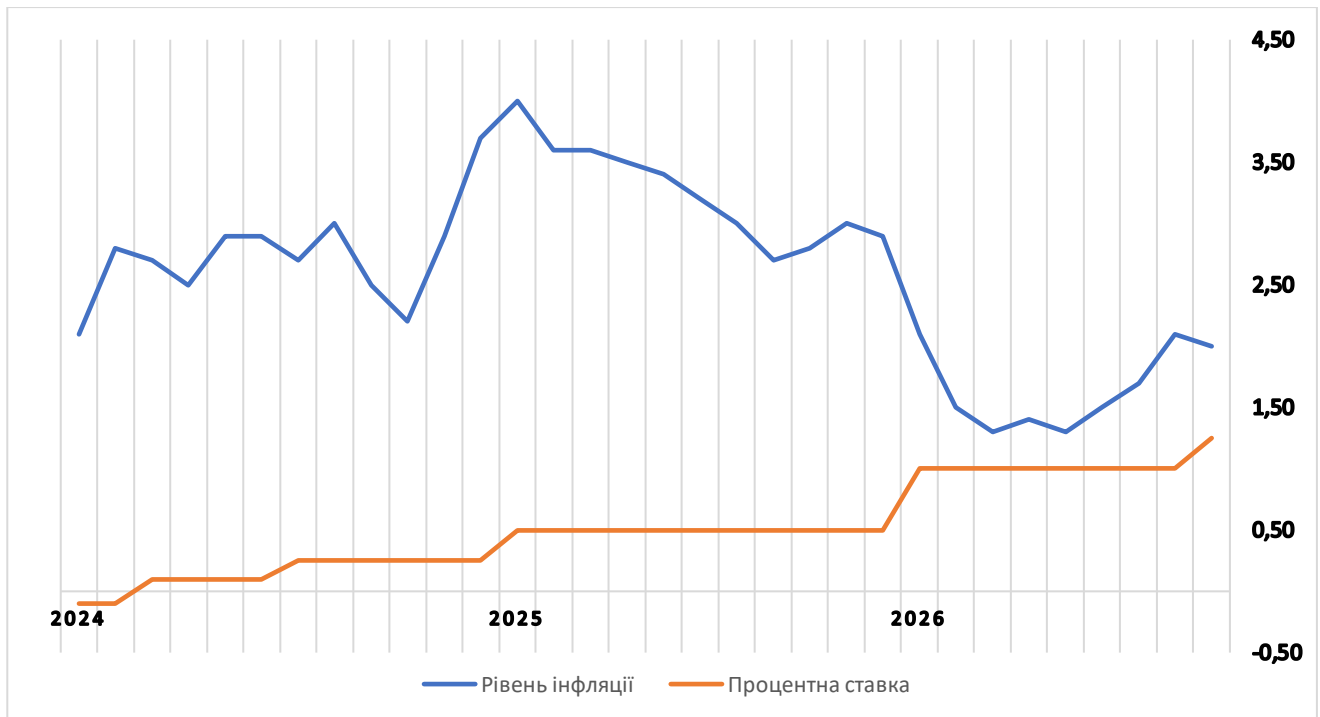


Рис. 1. Динаміка темпу інфляції та процентної ставки в Японії
Джерело рисунка [1] [2].

Підвищення процентних ставок у Японії сприяє скороченню диференціалу процентних ставок між японськими та американськими або європейськими фінансовими активами. За інших незмінних умов це зменшує привабливість операцій carry trade та може послаблювати стимули до запозичення в єнах для інвестування в активи з вищою дохідністю за кордоном.

На тлі загострення геополітичної напруженості на Близькому Сході та ризиків перебоїв у постачанні енергоносіїв світові ціни на нафту зазнали суттєвого зростання, що створило додатковий інфляційний тиск на японську економіку. Японія характеризується високою залежністю від імпорту енергоресурсів: значна частина її нафтового імпорту надходить із країн Близького Сходу, а основні маршрути постачання проходять через Ормузьку протоку. Тому підвищення світових цін на нафту та потенційні перебої в її транспортуванні можуть призводити до зростання витрат японських підприємств, насамперед через подорожчання енергоресурсів і логістики. Це, своєю чергою, посилює ризики перенесення зростання виробничих витрат на кінцеві ціни та формування додаткового інфляційного тиску [3]. На цьому тлі послаблення єни (падіння курсу до мінімуму за останні 40 років [4]) додатково підвищує вартість імпортованих енергоносіїв у національній валюті, що створює додаткові ризики для стабільності цін.

Зміни на світових енергетичних ринках також можуть впливати на валютний курс через очікування щодо монетарної політики провідних центральних банків. Якщо Федеральна резервна система США (ФРС) та Європейський центральний банк (ЄЦБ) підтримують процентні ставки на відносно високому рівні, диференціал процентних ставок між Японією та іншими розвиненими

економіками може залишатися значним. За таких умов зберігаються стимули до операцій *carry trade*, що може створювати додатковий тиск на курс єни.

В умовах посилення інфляційних ризиків, поступового зростання заробітних плат та необхідності нормалізації монетарної політики Банк Японії (Bank of Japan, BOJ) продовжив підвищення ключової процентної ставки. Ставку було підвищено з 1% до 1,25% [1], тоді як у 2024 році вона становила 0,1% [2]. Отже, номінальний рівень ключової ставки зріс у декілька разів порівняно з попереднім періодом. Таке рішення можна розглядати як складову поступової нормалізації монетарної політики, спрямованої на стримування інфляційних ризиків, підтримання купівельної спроможності домогосподарств та забезпечення цінової стабільності.

Підвищення ключової процентної ставки Банком Японії має потенційно неоднозначні наслідки як для національної економіки, так і для глобальних фінансових ринків. З одного боку, підвищення вартості кредитування може створити додаткове навантаження на домогосподарства та підприємства, особливо за умов значної частки іпотечних кредитів із плаваючими процентними ставками. Зростання вартості обслуговування кредитів може обмежити споживчі витрати домогосподарств і знизити інвестиційну активність підприємств. За надмірного посилення монетарних умов це може створити ризики уповільнення економічного зростання та підвищення фінансового навантаження на малий і середній бізнес.

Окремим фактором ризику є значний обсяг державного боргу Японії, який перевищує 250% ВВП. За інших незмінних умов підвищення процентних ставок поступово збільшує вартість обслуговування державного боргу, створюючи додаткове навантаження на державні фінанси. Водночас фактичний вплив підвищення ставок на бюджет залежить від структури державного боргу, строків його погашення та швидкості рефінансування боргових зобов'язань.

З іншого боку, підвищення процентних ставок може сприяти зростанню дохідності японських фінансових активів і підвищенню їхньої привабливості для внутрішніх та міжнародних інвесторів. За умови скорочення диференціалу дохідності між японськими та іноземними активами може посилитися тенденція до репатріації японського капіталу, зокрема через перегляд портфелів великих інституційних інвесторів. Зростання попиту на японські активи може підтримати курс єни, а її зміцнення, своєю чергою, здатне зменшити вартість імпортованих товарів та енергоносіїв у національній валюті й послабити інфляційний тиск.

Водночас масштабна репатріація капіталу може мати міжнародні наслідки. Перерозподіл значних обсягів фінансових активів між японським та зарубіжними ринками здатен впливати на дохідність державних облігацій США та інших розвинених країн, валютні курси й умови фінансування на глобальних фінансових ринках. Тому зміна монетарної політики Японії може мати ефекти, що виходять за межі національної економіки.

Отже, Японія поступово переходить до нового етапу монетарної політики, що передбачає нормалізацію процентних ставок після тривалого періоду наднизької вартості фінансування. Ефективність цього процесу залежатиме від

співвідношення між інфляційною динамікою, темпами зростання заробітних плат, станом внутрішнього попиту, фінансовою стійкістю домогосподарств і підприємств, а також зовнішньоекономічними ризиками. Надмірно швидке посилення монетарної політики може стримувати економічну активність, тоді як поступова нормалізація за умови стійкого зростання доходів може сприяти формуванню більш збалансованої макроекономічної моделі.

Список літератури

1. Зміни до «Основних умов та положень додаткової депозитної послуги» (Amendments to «Complementary Deposit Facility Terms and Conditions») : офіц. doc. / Bank of Japan. 2026. 18 Sept. URL: https://www.boj.or.jp/en/mopo/mpmdeci/mpr_2026/mpr260918b.pdf (дата звернення: 18.09.2026).
2. Динаміка процентної ставки в Японії (Japan Interest Rate) / Trading Economics. 2026. URL: <https://tradingeconomics.com/japan/interest-rate> (дата звернення: 18.09.2026).
3. План Банку Японії щодо перспективи економічної активності та цін (Outlook for Economic Activity and Prices) / Bank of Japan. 2026. July. URL: <https://www.boj.or.jp/en/mopo/outlook/highlight/ten202607.htm> (дата звернення: 18.09.2026).
4. Зустріч Президента США та Міністра фінансів Японії щодо курсу єни : стаття / Reuters. 2026. 2 Aug. URL: <https://www.reuters.com/world/asia-pacific/japan-vow-coordination-with-us-weak-yen-historic-battle-2026-08-02/> (дата звернення: 18.09.2026).

ПРОФІЛАКТИКА БУЛІНГУ В ІНКЛЮЗИВНОМУ ОСВІТНЬОМУ СЕРЕДОВИЩІ ЗАСОБАМИ ПЕДАГОГІЧНОГО ПРОЄКТУВАННЯ

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)

Греба Ілдіко Золтанівна,

доктор філософії, доцент кафедри педагогіки, психології,
початкової, дошкільної освіти та управління закладом освіти
Закарпатського угорського університету імені Ференца Ракоці II
(Берегове, Україна)

Шовш Катерина Степанівна,

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

Проблема булінгу в сучасному освітньому середовищі залишається актуальною, оскільки прояви психологічного, фізичного, соціального та кібербулінгу можуть негативно впливати на емоційне благополуччя, навчальну мотивацію та соціалізацію дітей. Особливої уваги потребує створення безпечного середовища в умовах інклюзивної освіти, де необхідно враховувати індивідуальні потреби кожної дитини та забезпечувати рівність, повагу і прийняття.

Важливим засобом системної профілактики булінгу може виступати педагогічне проєктування, яке дає змогу цілеспрямовано організовувати освітній процес, передбачати можливі ризики, формувати культуру взаємоповаги та налагоджувати співпрацю між учасниками освітнього процесу. Саме поєднання принципів інклюзії, співпраці та педагогічного проєктування створює передумови для формування безпечного освітнього простору й попередження проявів булінгу.

Частина 1 статті 16 Конвенції про права дитини наголошує на тому, що жодна дитина не може піддаватися свавільному чи незаконному втручання у реалізацію її права на особисте і сімейне життя, недоторканність житла, таємницю листування, а також посягання на її честь і гідність.

Важливо підкреслити, що всі діти мають рівні права незалежно від їхнього походження, а також від того, чи народжені вони у шлюбі або поза ним. Усяка форма насильства над дитиною та її експлуатація є незаконною і карається відповідно до чинного законодавства, як це визначено статтею 52 Конституції України.

Згідно із Законом України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів щодо протидії булінгу», булінг або цькування трактується як дії учасників освітнього процесу, що включають психологічне, фізичне, економічне чи сексуальне насильство, зокрема із застосуванням засобів електронних комунікацій. Такі дії спрямовуються проти малолітньої чи неповнолітньої особи або здійснюються цією особою щодо інших учасників освітнього процесу, завдаючи або потенційно загрожуючи шкодою психічному чи фізичному здоров'ю постраждалого [4].

Законодавством України передбачено встановлення відповідальності за випадки булінгу (цькування) учасників освітнього процесу, що є доповненням до Кодексу України про адміністративні правопорушення. Зокрема, передбачені такі заходи:

1. У разі вчинення булінгу, можуть застосовуватися санкції у вигляді накладення штрафу в розмірі від п'ятдесяти до ста неоподатковуваних мінімумів доходів громадян або проведення громадських робіт на строк від двадцяти до сорока годин.

2. Якщо цькування здійснено групою осіб або якщо діяння було повторене протягом року після накладення попереднього адміністративного стягнення, передбачено штраф у розмірі від ста до двохсот неоподатковуваних мінімумів доходів громадян або громадські роботи на строк від сорока до шістдесяти годин.

3. У випадках, коли булінг був вчинений малолітньою або неповнолітньою особою віком від чотирнадцяти до шістнадцяти років, відповідна відповідальність покладається на їхніх батьків або осіб, які виконують функції опікунів чи замінюють батьків.

4. Невиконання керівником закладу освіти обов'язку повідомляти уповноважені органи Національної поліції України про факти булінгу учасників освітнього процесу тягне за собою штраф у розмірі від п'ятдесяти до ста неоподатковуваних мінімумів доходів громадян або виправні роботи строком до одного місяця із відрахуванням до двадцяти відсотків заробітної плати. Таким чином, чинний нормативно-правовий регулювання спрямоване на посилення відповідальності за цькування та забезпечення належного реагування на випадки порушення прав учасників освітнього процесу [5].

Серед найпоширеніших форм булінгу можна виділити кілька ключових типів проявів, що охоплюють різноманітні способи завдання шкоди або тиску на жертву:

- словесні образи, які включають глузування, принизливі висловлювання, образливі назви чи прізвиська, а також погрози, спрямовані на знецінення особи або формування страху;
- неповага чи навмисне приниження через фізичні жести або дії, наприклад, плювки чи інші провокаційні вчинки, які супроводжуються демонстративною агресією;
- залякування за допомогою певних словесних прийомів, таких як використання загрозливих інтонацій чи погроз для досягнення мети – примусу жертви до виконання небажаних дій або уникнення певної діяльності;
- використання соціальної ізоляції, що може проявлятися у формі ігнорування жертви, відмови від спілкування, виключення з гри або заходів, а також організованого бойкоту;
- економічний тиск і вимагання, включаючи примус до передачі грошей, їжі або особистих речей. Також це може бути умисне пошкодження майна жертви з метою створення додаткового дискомфорту чи страху;
- фізичні дії насильницького характеру, такі як удари, щипки, штовхання, підніжки чи викручування рук. Ці агресивні акти нерідко завдають жертві не лише болю, але й можуть залишати тілесні ушкодження.
- приниження через сучасні технології і засоби зв'язку – мобільні телефони та інтернет. Тут часто зустрічаються образливі текстові повідомлення, електронні листи з залякуванням, коментарі чи репліки у соціальних мережах та чатах. Сюди також належить поширення негативних чуток і пліток задля зниження репутації постраждалого [1].

Ознаками булінгу в освітньому процесі можуть бути систематичні дії, спрямовані проти малолітніх чи неповнолітніх осіб, а також ті, що здійснюються такими особами щодо інших учасників освітнього середовища. Подібні прояви можуть відбуватися як у реальному житті, так і з використанням електронних засобів комунікації. Ось деякі приклади: умисне позбавлення їжі, одягу, фінансових ресурсів, документів або іншого майна, а також створення перешкод у доступі до освітніх послуг, примус до виконання робіт та інші правопорушення економічного характеру; словесні образи, погрози (зокрема, щодо третіх осіб), приниження гідності, переслідування, залякування та дії, які обмежують волевиявлення; небажані вербальні, невербальні чи фізичні прояви сексуального характеру, зокрема принизливі погляди, жести, образливі дії, прізвиська, жарти, погрози або поширення чуток принизливого змісту; фізичні дії насильницького характеру, такі як удари, ляпаси, щипання, штовхання, кусання чи шмагання; інші правопорушення насильницького змісту [2].

На думку науковців, найчастіше жертвами булінгу можуть стати особи, які мають:

- фізичні вади (носять окуляри, поганочують, мають порушення рухового апарату та фізично слабкі);
- особливості поведінки (замкнуті чи імпульсивні, невпевнені, тривожні);
- особливості зовнішності – (руде волосся, веснянки, мають надмірну худорлявість чи повноту);

- недостатньо розвинені соціальні навички;
- страх перед школою (неуспішність у навчанні часто формує у дітей негативне ставлення до школи, страх відвідування певних предметів, що сприймається оточуючими як підвищена тривожність, невпевненість, провокуючи агресію);
- відсутність досвіду життя в колективі (так звані «домашні» діти);
- деякі захворювання: заїкання, дислалія (порушення мовлення), дисграфія (порушення письма), дислексія (порушення читання);
- високий інтелект, обдарованість, видатні досягнення [6].

Освітня політика України спрямована на розбудову інклюзивного освітнього середовища, що потребує від педагогів нових професійних компетентностей, пов'язаних із проєктуванням освітніх програм, індивідуальних маршрутів розвитку дитини, а також формування культури толерантності та співпраці. Таким чином, виникає суперечність між суспільним запитом на інклюзивну освіту й низькою готовністю педагогів до практичного втілення принципів інклюзії та співпраці в умовах реальної протидії булінгу [6].

У професійній діяльності педагога важливо забезпечити впровадження принципів інклюзії та співпраці через засоби педагогічного проєктування для ефективного запобігання булінгу. У цьому контексті варто виділити кілька ключових аспектів:

- теоретико-методологічний: існує недостатній рівень розробленості концептуальних основ, які поєднують інклюзію, співпрацю та педагогічне проєктування.
- науково-практичний: відмічається обмежена кількість сучасних інноваційних технологій та методик, спрямованих на профілактику булінгу в інклюзивному освітньому середовищі.
- професійно-педагогічний: є гостра необхідність у розвитку нових компетентностей у педагогів, які включають навички проєктувальної діяльності, командної роботи та формування культури інклюзії.

Отже, проблема булінгу в освітньому середовищі є актуальною, оскільки його фізичні, психологічні, соціальні, економічні та електронні прояви негативно впливають на фізичне, психоемоційне й соціальне благополуччя дітей, особливо тих, хто має особливі освітні потреби. Важливу роль у запобіганні булінгу відіграє педагогічне проєктування, спрямоване на створення інклюзивного, безпечного й толерантного освітнього середовища, заснованого на принципах рівності, співпраці та взаємоповаги.

Список літератури

1. Барліт О. О. Соціально-педагогічна та психологічна проблема булінгу в освітньому середовищі. Запоріжжя : Олекс, 2011. 52 с.
2. Білан В. А., Гребя І. З. Профілактика та подолання булінгу в освітньому середовищі психологічні та педагогічні підходи / Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні наукові проблеми та шляхи їх вирішення», Мюнхен, Німеччина (29 вересня – 1 жовтня 2025 р.), с. 89-94. Режим

доступу: <https://eu-conf.com/wp-content/uploads/2025/08/MODERN-SCIENTIFIC-PROBLEMS-AND-WAYS-TO-SOLVE-THEM.pdf> (дата звернення 01.10.2025).

3. Інклюзивна освіта : теорія та практика: навч.-метод. посіб. / за заг. ред. С. П. Миронової. Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2012. 192 с.

4. Олійник В. О. Соціально-педагогічна профілактика жорстокої поведінки учнів основної школи засобами анімаційної діяльності: дис. ... канд. пед. наук.: 13.00.05. ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет». Харків, 2017. 265 с.

5. Протидія булінгу в закладі освіти: системний підхід. Методичний посібник. / Андрєєнкова В.Л., Мельничук В.О., Калашник О.А. – К.: ТОВ «Агентство «Україна», 2019. 132 с.

6. Сидорук І. Булінг як актуальна соціально-педагогічна проблема. Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки, (1), С. 169-173.

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО РОЗВИТКУ МОЛОДШИХ ШКОЛЯРІВ ЗАСОБАМИ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Гончарук Ольга Валеріївна,

професор,
Волинський національний університет імені Лесі Українки

Бабій Лілія Андріївна,

магістр,
Волинський національний університет імені Лесі Українки

Реалізація сучасною загальноосвітньою школою державних освітніх стандартів вимагає творчих пошуків, пов'язаних з подальшим розвитком педагогічної науки. Йдеться в першу чергу про набуття школярами системи особистісних й інтелектуальних здібностей та якостей, які дадуть їм змогу успішно вирішувати складні проблеми своєї життєдіяльності в майбутньому. Досягнення цієї стратегічної мети залежить безпосередньо від такого типу навчання, яке моделює соціальні взаємодії школяра з ровесниками і з учителем у процесі учіння. Саме ці взаємодії визначають педагогічні умови інтелектуального розвитку школяра, що мають виступати провідною метою навчання та виховання [4, с 53].

Постійне оновлення та відтворення інтелектуального потенціалу суспільства вимагає розробки нових концепцій розвитку та навчання учнів. Соціальне замовлення - стати у третьому тисячолітті державою інтелекту - вимагає нової теорії освіти інноваційного характеру, компонентами якої є сучасні філософські, аксіологічні, фізіологічні, психолого-педагогічні та інші погляди на людину.

Вже сьогодні ми можемо спостерігати активний процес оновлення змісту освіти. Дослідження психологів, педагогів, фізіологів дають можливість з'ясувати й обґрунтувати педагогічні умови реалізації навчально-пізнавальної, інтелектуальної діяльності учнів сучасних загальноосвітніх закладів.

В окремих дослідженнях психологів та педагогів Л.В.Занкова, Ж.Піаже, О.Я.Савченко, В.О.Сухомлинського, розкриті основні процеси та рушійні сили розумового розвитку, подаються загальні вимоги до організації процесу навчання. Автори довели, що інтелектуальний розвиток є неперервним процесом, який здійснюється на заняттях, у розв'язанні навчальних і життєвих ситуаціях. Інтенсивніше цей процес проходить під час активного засвоєння та творчого використання знань, умінь та навичок.

Дослідження А.І.Кузьмінського, С.П.Максимюк, Н.Є.Мойсеюк, О.Я.Савченко, В.О.Сухомлинського, В.В.Ягупова переконливо обґрунтовують шляхи й способи формування в учнів умінь і навичок інтелектуальної діяльності.

На сучасному етапі суттєвий внесок у вирішення проблеми розвитку інтелекту здійснили вчені та педагоги-практики Н.М.Бібік, М.С.Вашуленко, Н.Й.Волошина, Є.М.Ільїн, В.І.Лозова, Ю.І.Мальований, Л.Л.Момот, В.Ф.Паламарчук, Є.А.Пасічник та багато інших.

Проблема формування інтелектуального розвитку постійно перебувала у сфері досліджень педагогіки.. Історія формування інтелектуального розвитку розпочалася ще у первісному суспільстві та мала свій розвиток у всіх історичних епохах.

Аналіз численних наукових та публіцистичних робіт, що стосуються інтелектуального розвитку підростаючого покоління, дає підстави для висновку, що питанням розвитку інтелекту дитини приділялась увага, починаючи з донаукового періоду і продовжується в період сучасності.

Людина завжди намагалася зрозуміти, як працює навколишній світ і, таким чином, розвивала свої мислительні здібності. Формування та підготовка підростаючого покоління розвивалися відповідно до загальних законів і закономірностей, традицій і особливостей родового і племінного виховання. Виховання дітей мало наслідувальний характер.

Інтелект є провідною діяльністю в житті людини. Вона спрямована на розвиток потенційних інтелектуальних сил особистості. Основним багатством окремої людини і людської спільноти взагалі є інтелектуальне багатство. Якраз цим критерієм визначається престижність тієї чи іншої держави у світовому співтоваристві. Тому провідним завданням освітнього процесу є створення оптимальних умов для інтелектуального розвитку кожної особистості, максимальне використання потенційних можливостей людини для зростання її інтелектуальних сил.

Процес інтелектуального розвитку особистості, накопичення інтелектуального багатства реалізується через наполегливу і напружену самостійну пізнавальну діяльність. Особливо важливо забезпечити оптимальні умови для такої діяльності в роки дитинства, отрочтва і юності. Інтелект - досить складне інтегративне психічне явище, що включає у свою структуру ряд пізнавальних процесів та їхніх результативних елементів. Так, мислення тісно пов'язане з інтелектом, проте інтелект і мислення не тотожні. Часто можна помітити знижені пізнавальні можливості при збереженні розсудкової діяльності (аналізу, синтезу, суджень) і мисленнєвого процесу як такого. Великий запас знань (ерудиція) - важлива властивість інтелекту. Проте не можна оцінити розум людини тільки значним обсягом знань, бо сама ерудиція ще не визначає свого інтелекту.

Інтелект як розуміння, осягнення розумом являє собою систему розумових операцій з образами, символами, знаками, об'єднану певним когнітивним стилем та стратегією розв'язання завдань, розумову здатність, здібності, обдарованість. Тому інтелектуальну діяльність пов'язують передусім з відображувальною і регулятивною діяльністю, що полягає у здатності ефективно розв'язувати завдання, навчатися використовувати набутий досвід для вирішення нових проблем, краще пристосовуватися до нової ситуації.

Реалізувати завдання інтелектуального розвитку у навчально-виховному процесі початкової школи можна у конструктивній взаємодії з учителем. Основна увага вчителя має бути спрямована не на результат засвоєння певних знань, а на процес досягнення нової інформації. Зміст наукових понять формується у свідомості кожного учня на базі конструктивної взаємодії інформації, що надходить від учителя, зі змістом, сприйнятим учнем на момент його засвоєння. Учитель має ставитися до кожного учня як до діяча. Це означає розуміння духовного й особистісного потенціалу кожної дитини, який може бути розкритий і виявлений, причому не обов'язково у відповідності з очікуваннями педагога. Учитель і учень перебувають у деякій динамічній рівновазі. Постійний обмін знаннями, переживаннями породжує інверсію: вчитель стає "учнем", а учень - "учителем". Формуючи інтелектуальний розвиток особистості, учитель початкових класів має забезпечувати органічну взаємодію між логічним мисленням і почуттями, що сприяє переведенню сенсу діяльності в особистісну площину.

Отож інтелектуальний розвиток - це процес становлення і формування пізнавальної сфери дитини, її здібностей, таланту; свідоме володіння прийомами мисленнєвої діяльності-системою певних дій (операцій), необхідних для розв'язання навчально-пізнавального завдання; вміння застосовувати набуті знання в життєвих ситуаціях. Найсприятливіші умови для інтелектуального розвитку створюються в навчально-виховному процесі при цілеспрямованому керуванні процесом оволодіння знаннями, навичками і вміннями та розвитку здібностей. Формування інтелектуального розвитку молодших школярів виявляється в здатності дитини удосконалювати знання й вміння, гнучко застосовувати їх на практиці відповідно до створених умов і за необхідності самостійно здобувати нові знання [4, с.97].

Дедалі очевиднішим стає той факт, що не сама сума знань, а синтез знань, творчих умінь стає головним показником всебічно розвиненої особистості, активній життєвій позиції якої властиві нове ставлення до дійсності та високий рівень відповідальності за свою діяльність.

Головними недоліками традиційної системи освіти є породження нею невміння і небажання дітей вчитися, не сформованість ціннісного ставлення до власного розвитку та освіти. Подолання кризи сучасної освіти можливе завдяки інтенсивному реформуванню її відповідно до вимог часу, у процесі формування принципово нової системи загальної освіти, яка поступово замінюватиме традиційну.

Система освіти вимагає глибокого оновлення, нововведень, в зв'язку з тими змінами, які відбуваються в світі. Школа як один із найважливіших інститутів підготовки молоді до ролі активних суб'єктів майбутніх суспільних процесів повинна бути винятково уважною до нововведень у сфері змісту, форм і методів освіти. Відповідно інноваційність повинна характеризувати професійну діяльність кожного вчителя. Нововведення (інновації) не виникають самі собою, а є результатом наукових пошуків, аналізу, узагальнення педагогічного досвіду. Інновації в педагогіці пов'язані із загальними процесами у суспільстві,

глобальними проблемами, інтеграцією знань і форм соціального буття. Нині створюється нова педагогіка, характерною ознакою якої є інноваційність - здатність до оновлення, відкритість новому [3, с.19]..

Іноді інновацією вважають використання відомого із незначною модифікацією. Інновація є предметом особливої діяльності людини, яка не задоволена традиційними умовами, методами, способами і прагне не лише новизни змісту реалізації своїх зусиль, а передусім якісно нових результатів.

Поняття „інновація" вперше було вжито понад століття тому в культурології та лінгвістиці для позначення процесу трансферу (лат. *transfere*-переношу, переміщую) - проникнення елементів однієї культури в іншу і набуття при цьому нових, не властивих раніше якостей. Таке проникнення розглядалось як вирішальний фактор розвитку культури. У сучасному світі ним активно послуговуються в різних галузях знань діяльності.

У педагогіці поняття "інновації" вживають у таких значеннях: форма організації інноваційної діяльності; сукупність нових професійних дій педагога, спрямованих на вирішення актуальних проблем виховання і навчання з позицій особистісно-орієнтованої освіти; зміни в освітній практиці; комплексний процес створення, розповсюдження та використання нового практичного засобу в галузі техніки, технології, педагогіки, наукових досліджень; результат інноваційного процесу [2, с. 118].

Розвиток інноваційних процесів в освіті на сучасному етапі є об'єктивною закономірністю, що зумовлюється: інтенсивним розвитком інформаційних технологій у всіх сферах людського буття; оновленням змісту філософії сучасної освіти, центром якої став загальнолюдський цілісний аспект; гуманістично зорієнтованим характером взаємодії учасників навчально-виховного процесу; необхідністю підвищення рівня активності та відповідальності педагога за власну професійну діяльність, спрямованої на формування творчої особистості вихованця, готовності до сприйняття та активної діяльності у нових соціально-економічних умовах.

Головною рушійною силою інноваційної діяльності є вчитель, оскільки суб'єктивний чинник є вирішальним і під час впровадження і поширення нововведень. Педагог-новатор є носієм конкретних нововведень, їх творцем. Він має широкі можливості і необмежене поле діяльності, оскільки на практиці переконується в ефективності наявних методик виховання та навчання і може коригувати їх, проводити докладну структуризацію досліджень навчально-виховного процесу, створювати нові методики. Основна умова такої діяльності-інноваційний потенціал педагога.

Інноваційна спрямованість роботи вчителів визначається критеріями педагогічних інновацій, до яких належать: новизна, що дає змогу визначити рівень новизни досвіду; оптимальність, яка сприяє досягненню високих результатів за найменших витрат часу фізичних та розумових сил; результативність та ефективність, що означає певну стійкість позитивних результатів у діяльності вчителя; можливість творчого застосування в масовому досвіді, що передбачає придатність апробованого досвіду для масового

впровадження в загальноосвітніх закладах.

Поширення та застосування інновацій в освіті-безперечний результат демократизації суспільства в цілому та вітчизняної школи зокрема.

Прагнення постійно оптимізувати навчально-виховний процес зумовило появу нових і вдосконалення використовуваних педагогічних технологій різних рівнів і різної цільової спрямованості. Подальший їх розвиток пов'язаний з орієнтацією на реалізацію сучасних концепцій освіти і виховання [1, с.30]. Суттєвою ознакою сучасних інноваційних процесів у сфері навчання і виховання є їх технологізація-неухильне дотримання змісту і послідовності етапів впровадження нововведень.

Інноваційна педагогічна технологія - це цілеспрямоване, систематичне й послідовне впровадження в практику оригінальних, новаторських способів, прийомів педагогічних дій і засобів, що охоплюють цілісний навчально-виховний процес від визначення його мети до очікуваних результатів.

Таким чином, комплексний підхід до формування інтелектуального розвитку молодших школярів включає організацію таких взаємопов'язаних видів діяльності: навчально-пізнавальної, дослідницької та творчої, з метою формування інтелектуальної творчої особистості, передбачає поєднання таких взаємопов'язаних видів діяльності, як освіта та самостійна навчальна діяльність.

Освітою називають процес та результат засвоєння систематизованих знань, умінь та навичок, спрямованих на формування світогляду, або процес та результат завершеного навчання.

Самостійною навчальною діяльністю називають різноманітні види індивідуальної і колективної навчальної діяльності, яка здійснюється на навчальних заняттях або поза ними за завданнями вчителя, під його керівництвом, однак без його безпосередньої участі. Реалізація цих настанов вимагає від школяра активної розумової діяльності, самостійного виконання різних пізнавальних завдань, застосування раніше засвоєних знань під керівництвом педагога. На основі узагальнення самостійною роботою будемо називати будь-яку діяльність особистості, яку вона здійснює відповідно до поставлених перед нею цілей без участі керівника.

Отже, застосування інтелектуальних умінь в освітньому процесі є одним із найраціональніших способів підвищення ефективності навчання, і саме процес формування інтелектуального розвитку може відбуватися за умов забезпечення таких складових: врахування відповідності психолого-педагогічних можливостей мислення молодших школярів; поєднання інтерактивних (інноваційних) і традиційних форм навчальної взаємодії у навчанні молодших школярів; проблематизація навчального процесу; комплексний підхід до процесу формування інтелектуального розвитку.

Список літератури

1.Галиченко Л.Б. Цифрові освітні ресурси у формуванні мовленнєвої компетентності молодших школярів на уроках української мови. *Інноваційна педагогіка*. 2025. Вип. 88. С. 29-32.

2.Єременко Н.В. Використання інтерактивних технологій навчання в початковій школі. Таврійський вісник освіти. 2017. № 1. С. 117-125.

3.Грущинська І.В. Формування дослідницьких умінь молодших школярів у процесі вивчення інтегрованого курсу «Я досліджую світ». *Початкова школа*. 2020. № 9. С. 17-21.

4.Онопрієнко О.В. Нова українська школа: інноваційна система оцінювання результатів навчання учнів початкових класів: навчально-методичний посібник. Київ: Педагогічна думка, 2023. 104 с.

THE CONVERSATIONAL FRAMEWORK AS A MODEL OF TEACHING AND LEARNING THROUGH INTERACTION

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

To get ready to talk about changing education, we are looking at the Conversational Framework. This is a model that explains how teaching and learning work through interaction.

Learning is not only about quietly taking in information. It is an active process. It happens through back-and-forth interaction between students and teachers, and also between students and other students.

Professor Diana Laurillard [2; 3] has developed the Conversational Framework. In it, she explains the cycles of learning that take place for learners as they interact with the teacher (on the left side of the diagram), and as they interact with other learners (on the right side). The cycles in the top half show how learners learn new concepts, and those in the bottom half show how learners develop their practice, or their practical skills.

The Conversational Framework is a model that explains the teaching-learning process [1]. It has six types of learning. Each type is a different way to get involved in learning:

1) Acquiring: Taking in information, for example, by reading books, listening to lectures, or watching videos.

2) Inquiring: Finding out new things, for example, by using a library, searching online, or doing research.

3) Practising: Using what you have learned to improve your actions, for example, by doing homework or practising a skill. You get feedback and work toward a goal.

4) Discussing: Talking with others. You share your ideas and respond to their ideas, for example, through peer discussions, class discussions, or online forums.

5) Collaborating: Working together with others. You share practice and agree on an approach to reach a common goal, for example, through group projects.

6) Producing: Making something that shows what you have learned, for example, by writing an assignment or a report, or building a model.

The Conversational Framework shows that learning happens in cycles. Students try different types of learning, think about what they experienced, and change how they understand things.

The best learning happens when several of the six types are used together. This helps students reach the intended learning outcomes. Teachers can use this framework to plan lessons, choose activities, and improve teaching.

The Framework helps us see how education can both cause harm and support healing in conflict and crisis situations.

It also connects with the idea of intersectionality, which means that students experience school differently depending on their overlapping identities, such as language, ethnicity, gender, or disability. For example, when schools are attacked or closed (Victim), students who are already marginalised may face even more difficulties. Education can also create unfair treatment (Perpetrator) when it reinforces discrimination toward students with multiple marginalised identities. At the same time, education can strengthen students (Liberator) by valuing all parts of who they are. Finally, education can promote peace (Peacebuilder) by bringing together students from different backgrounds and helping them learn to live well with one another.

Schools need strategies to meet the challenges of the different roles' education can play as a victim, perpetrator, liberator or peacemaker. Here are the examples of strategies below:

1) Victim: Protection Strategies

When a school is harmed by conflict or crisis, how can we protect the right to education for students with **intersecting vulnerabilities** (this means students who face more than one kind of difficulty at the same time, such as poverty, disability, or being displaced)?

Example Strategies:

- Consult and collaborate with parents to ensure the child's right to education is protected
- Flexible scheduling for students who need to work or care for siblings
- Disability-accessible infrastructure

2) Perpetrator: Prevention Strategies

How can we prevent education from discriminating against students with multiple marginalised identities?

Example Strategies:

- Creating inclusive lesson plans with examples from diverse communities
- Providing teacher training on the importance of diversity and inclusion in teaching and learning
- Anti-bullying policies addressing intersectional discrimination

3) Liberator: Empowerment Strategies

How can we empower students by recognising and building on their diverse identities?

Example Strategies:

- Student leadership opportunities
- Peer mentoring across identity groups
- Giving students options for how they complete assignments and show their learning

4) Peacebuilder: Participation Strategies

How can we help students use their diverse identities to contribute to peacebuilding?

Example Strategies:

- Inter-community dialogue projects
- Allowing students to speak multiple languages in class and using multilingual teaching and learning materials
- Celebrations of traditional knowledge and cultural exchange programs

So, we can make a conclusion that there are some new concepts to help us think about transforming education in conflict and crisis settings. The Conversational Framework is a model created by Diana Laurillard to help us understand how learners learn in formal educational settings. It shows the different cycles of communication that learners engage in when learning, and how learners use the six different learning types (acquisition, discussion, inquiry, collaboration, practice, and production) in each of those cycles.

References

1. Heinze, A., Procter, C., & Scott, B. (2007). Use of conversation theory to underpin blended learning. *International Journal of Teaching and Case Studies*, 1 (1-2), 108-120.
2. Laurillard, D. (1999). A conversational framework for individual learning applied to the 'learning organisation' and the 'learning society'. *Systems Research and Behavioral Science: The Official Journal of the International Federation for Systems Research*, 16 (2), 113-122.
3. Laurillard, D. (2009). The pedagogical challenges to collaborative technologies. *International Journal of Computer-supported collaborative learning*, 4(1), 5-20.

ДІАГНОСТИКА ТА ПРОФІЛАКТИКА ПОРУШЕНЬ ПОСТАВИ У ДІТЕЙ МОЛОДШОГО ШКІЛЬНОГО ВІКУ: СУЧАСНІ ПІДХОДИ, МАРКЕРИ ТА ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Кондратьєва Ольга Валентинівна

вчитель біології та хімії

Опорний заклад освіти Кожанський ліцей-гімназія
з початковою школою та дошкільним відділенням
Кожанської селищної ради Фастівського району
Київської області

Анотація: у статті висвітлено актуальну проблему збереження та зміцнення здоров'я опорно-рухового апарату дітей молодшого шкільного віку (6–10 років) в умовах підвищеного статичного навантаження та зміни рухового режиму з початком навчання в школі. Обґрунтовано анатомо-фізіологічні особливості розвитку хребта в цей період та виділено ключові фактори ризику виникнення деформацій (гіподинамія, слабкість м'язового корсета, недотримання шкільної ергономіки). Детально описано методи первинного експрес-контролю: візуальний скринінг у фронтальній та сагітальній площинах (оцінка симетричності орієнтирів, кута нахилу таза, форми черевного преса) та доступні функціональні тести (тест Адамса, тест біля вертикальної площини, силова витривалість м'язів спини). Наведено класифікацію та біомеханічні причини основних видів порушень постави (сутулість, кругла, плоска та асиметрична спина). Сформовано практичні рекомендації щодо організації профілактичного середовища, оптимізації рухової активності та контролю маси шкільного рюкзака.

Ключові слова: порушення постави, молодший шкільний вік, візуальний скринінг, функціональні тести, кут нахилу таза, тест Адамса, м'язовий корсет, профілактика.

Молодший шкільний вік (6-10 років) – це період стрімкого росту, активного формування опорно-рухового апарату та одночасного зростання статичного навантаження [2, 5]. Початок навчання у школі кардинально змінює руховий режим дитини: багатогодинне сидіння за партою, носіння шкільного ранця та зниження загальної рухової активності. Саме ці фактори створюють передумови для деформацій хребта [2, 4].

Своєчасна діагностика порушень постави на ранніх етапах розвитку дитини дозволяє ефективно скоригувати її гармонійний розвиток без хірургічних чи складних ортопедичних втручань [3, 6].

У віці 6-10 років хребет молодшого школяра вирізняється високою гнучкістю та еластичністю, оскільки процес окостеніння ще не завершений. Але саме в цей

період розвитку необхідно враховувати ключові фактори ризику, які справляють негативний вплив на опорно-руховий апарат дитини, а саме:

1. Брак системного фізичного навантаження та слабкість м'язового корсета (м'язів спини й преса).
2. Невідповідність висоти парти та стільця зросту дитини.
3. Носіння сумки в одній руці або неправильно підібраного рюкзака.
4. Порухення зору.

Раннє виявлення відхилень у порушенні постави можна виявити як в школі, так і вдома. Доступними та найпростішими є візуальний скринінг, а також функціональні тести [3, 5].

1. Візуальний скринінг у фронтальній площині.

Під час зорового огляду дитина стоїть спиною у невимушеній позі без взуття. Необхідно в першу чергу звернути увагу на симетричність рівня мочок вух та плечей; розташування нижніх кутів лопаток на одному рівні; симетричність «трикутників талії» (простору між тулубом і опущеною рукою); вертикальність лінії остистих відростків хребта, а також на симетричність лопаток.

Проводячи зоровий огляд збоку у сагітальній площині, необхідно звернути увагу на вираженість фізіологічних вигинів хребта, а саме шийного та поперекового лордозів, грудного кіфозу [1, 5]. Також має значення положення плечового суглоба. У даному випадку немає бути виступання плечей уперед. Звертаємо увагу на положення живота та кут нахилу таза.

В нормі у дітей молодшого шкільного віку та дорослих у нормі кут нахилу таза відносно горизонтальної площини становить від 30° до 45° (у дівчат/жінок може бути дещо більшим – до 40° - 45° , ніж у хлопців/чоловіків – 30° - 35°).

При такому куті нахилу таз слугує міцною та симетричною опорою для хребта, забезпечуючи природний, помірний вигин поперекового відділу (поперековий лордоз). Збільшений кут ($> 45^{\circ}$) призводить до переднього нахилу таза, посилення поперекового лордозу (гіперлордозу) та компенсаторного випинання живота [5, 6]. Якщо буде зменшений кут ($< 30^{\circ}$) – це формує «плоский таз» із випрямленням поперекового вигину, що знижує амортизаційні властивості хребта.

Живіт у нормі має бути підтягнутим, помірно плоским або злегка округлим (особливо в нижній третині) у дітей молодшого шкільного віку через анатомічні особливості черевної стінки). Передня черевна стінка живота повинна бути симетричною, без вираженого асиметричного випинання чи обвисання. Можуть спостерігатися під час огляду наступні відхилення: випнутий, «відвислий» живіт. Це виникає через слабкість м'язів черевної преса і перенапруження поперекових м'язів, що часто супроводжується переднім нахилом таза. «Втягнутий» живіт із відсутністю будь-якого природного вигину може свідчити про надмірний тонус черевної стінки або плоску поставу.

Треба розуміти, що кут нахилу таза та форма живота працюють у парній системі завдяки тому, що міцні м'язи преса утримують таз у правильному положенні, не даючи йому нахилитися вперед, що у свою чергу, забезпечує плоску та підтягнуту форму живота й здоровий поперековий вигин хребта.

При огляді дитини спереду необхідно звернути увагу на горизонтальність лінії ключиць, грудних сосків та форму грудної клітки.

Для виявлення порушень постави у молодших школярів можна використати прості функціональні тести.

1. Тест Адамса (скринінг на сколіоз). Дитина повільно нахиляється вперед із розслабленими та опущеними донизу руками. Фахівець оцінює симетрію спини. Наявність реберного горба чи м'язового валика з одного боку свідчить про торсію (поворот) хребців і потребує консультації ортопеда [3, 6].

2. Тест біля вертикальної площини. Дитину просять притиснутися спиною до рівної стіни без плінтуса. У нормі торкання має відбуватися в 5 точках: потилиця, лопатки, сідниці, литкові м'язи та п'яти. Якщо простір між попереком і стіною перевищує ширину долоні дитини — це ознака гіперлордозу [3].

3. Тест силової витривалості м'язів спини. Дитина лежить на животі та утримує верхню частину тулуба вигнутою протягом 30-60 секунд. Слабкість м'язів вказує на схильність до виникнення сутулості [3, 4].

Таблиця 1.

Класифікація основних видів порушень

<i>Тип порушення</i>	<i>Ключові візуальні ознаки</i>	<i>Основна причина / М'язовий дисбаланс</i>
Сутулість	Збільшення грудного кіфозу, зведені плечі, опущена голова.	Укорочення грудних м'язів, слабкість міжлопаткових м'язів.
Кругла ззадня частина	Відсутність поперекового вигину, западання грудної клітки.	Слабкість усіх груп м'язів спини, перенапруження згиначів стегна.
Плоска спинка	Згладженість усіх фізіологічних вигинів хребта.	Зниження ресорної функції хребта, високий ризик мікротравм.
Асиметрична постава	Одне плече вище за інше, нерівні трикутники талії (без ротації хребців).	Звичка сидіти боком, носіння важких речей в одній руці.

Профілактика порушень постави у молодших школярів.

При виявленні початкових функціональних порушень (порушення постави у фронтальній чи сагітальній площинах) першочерговим завданням є організація правильного рухового середовища [4]. Особливу увагу необхідно звернути на відповідність меблів віковим особливостям дитини. Здійснювати контроль шкільного ранця: Вага рюкзака з вмістом для учнів 1–4 класів не повинна перевищувати 10% від маси тіла дитини. Рюкзак повинен мати щільну ортопедичну спинку. Систематичне плавання, вправи на зміцнення м'язового

корсета, щоденна ранкова гімнастика, відвідування уроків фізкультури забезпечать укріплення м'язового корсета [4, 5].

Висновок. Отже, систематична діагностика порушень постави у молодших школярів – це ефективний інструмент збереження здоров'я дитини. Своєчасний візуальний огляд, проведення простих функціональних тестів та співпраця педагогів, батьків і лікарів дозволяють зберегти правильну поставу та забезпечити гармонійний розвиток підростаючого покоління.

Список літератури

1. Задорожний К. М. Біологія : підруч. для 7 кл. закладів загальної середньої освіти. Харків : Вид-во «Ранок», 2024. 224 с.
2. Антипкін Ю. Г., Омельченко Т. Г. Оцінка стану опорно-рухового апарату у дітей молодшого шкільного віку та шляхи його корекції. Педіатрія, акушерство та гінекологія. 2019. № 3. С. 15-21.
3. Бергман Л. А., Сергієнко В. М. Методика діагностики порушень постави та сколіотичних деформацій у школярів : навч.-метод. посіб. Київ : Медицина, 2020. 112 с.
4. Волошин О. В., Григоренко С. П. Фізична реабілітація та профілактика порушень постави в умовах освітнього середовища Нової української школи. Спортивна медицина і фізична реабілітація. 2022. № 1. С. 45–50.
5. Кашуба В. О., Гончарова Н. М. Біомеханіка постави людини: діагностика та корекція порушень у дітей. Київ : Олімпійська література, 2018. 168 с.
6. Національні клінічні рекомендації з ортопедії та травматології дитячого віку / за ред. проф. О. В. Калашнікова. Харків : Прапор, 2021. 240 с.

НАРОДНА ПІСНЯ ЯК ЧИННИК МИСТЕЦЬКО- ТВОРЧОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ

Роман Наталя Михайлівна

кандидат педагогічних наук, доцент
Харківський національний педагогічний університет
імені Г.С. Сковороди

Сучасні процеси переосмислення української мистецької спадщини, актуалізація усвідомлення унікальності традиційної музичної культури спонукають до ефективного використання народної пісні як чинника мистецько-творчої компетентності. Цей процес ґрунтується не лише на засвоєнні знань і виконавських умінь та навичок, а й на розвитку здатності особистості самостійно мислити, творчо діяти, інтерпретувати художні образи та вступати в діалог із народною культурою. У цьому контексті народна пісня як форма духовного досвіду народу, в якій поєднані музика, слово, історична пам'ять, емоції, традиції та світоглядні цінності залишається пріоритетним чинником мистецько-творчої компетентності.

Мистецько-творча компетентність є важливою складовою гармонійного та всебічного розвитку особистості, тому що стимулює креативність, нестандартне мислення, продукування оригінальних ідей та унікальних рішень, дозволяє адаптуватися до нових умов, сприймати й осмислювати твори мистецтва, використовувати набуті художні знання і вміння у творчій діяльності, проявляти ініціативу та створювати власні мистецькі зразки [1]. Народна пісня є особливо цінним матеріалом для такого розвитку, оскільки має синкретичну природу. У ній органічно взаємодіють мелодія, поетичний текст, ритм, інтонація, виконавська традиція та емоційний зміст, завдяки чому пісня створює умови для комплексного розвитку музичних, креативних і загальнокультурних здібностей.

Народнопісенні твори відображають широкий спектр людських переживань: радість, печаль, надію, оптимізм, гордість, героїзм, почуття єдності. Художній зміст народної пісні сприяє розвитку емоційної чутливості та здатності передавати характер музичного образу та спонукає до вдосконалення музично-творчих умінь та навичок. Виконання народної пісні передбачає роботу над інтонацією, дикцією, диханням, фразуванням, метроритмом, динамікою. Творча інтерпретація народної пісні особливо важлива для формування мистецько-творчої компетентності. Навіть аматорське виконання народної пісні є ефективним засобом на шляху від репродуктивної до продуктивної творчої діяльності.

Ефективність використання народної пісні значною мірою залежить від попереднього аналізу базових даних і педагогічних умов. Визначну роль у цьому процесі відіграє добір доступного і якісного репертуару, урахування вікових та індивідуальних особливостей, створення ситуацій творчого вибору, використання локального народнопісенного матеріалу, поєднання традиційних і

сучасних форм роботи, підтримка особистої ініціативи виконавців. Це забезпечує емоційне залучення, активну музичну діяльність, творче самовираження через пошук ефективних засобів, які поєднують культурну спадкоємність із новітніми формами виконавської практики та сприяють формуванню мистецько-творчої компетентності [2; 3].

Інтерактивні методи, проєктна діяльність, мультимедійні матеріали, сучасні аранжування, порівняння автентичного й інноваційного звучання та диференціація творчих завдань ефективно коригують проблему недостатньої обізнаності з народнопісенними традиціями, відсутність музичної підготовки та ризик формальної інтерпретації фольклорного матеріалу. Під час виконання народної пісні доцільно зберігати її автентичний характер та надавати можливість для унікальної особистої інтерпретації.

У роботі з народнопісенним матеріалом окремої уваги потребує ризик надмірної ідеологізації народної пісні та її використання в якості ілюстрації патріотичної тематики [4]. Відсутність мистецького аналізу нівелює художню унікальність і значущість народної пісні. Важливо зберігати історико-героїчний, культурно-ціннісний і художньо-естетичний компоненти. Народна пісня є повноцінним мистецьким твором, який має унікальну мелодію, темпоритмічний малюнок, сюжетну лінію, яскраву образність, поетичний текст, емоційний зміст і виконавську манеру [5].

Мистецько-творча компетентність не може формуватися лише на інтелектуальному засвоєнні інформації. Важливу роль відіграє емоційне переживання мистецтва. Народна пісня є втіленням унікальної емоційної насиченості. Емоційне занурення в зміст пісні сприяє розвитку художньої емпатії, здатності відчувати й передавати особисті почуття, створювати виконавську концепцію. Водночас, народна пісня формує ціннісне ставлення до національної культурної спадщини, завдяки чому вона функціонує як актуальний простір мистецького досвіду, а не як сукупність артефактів [6; 7]. Гуртове виконання народної пісні створює умови для розвитку комунікативних умінь, де співак має прислуховуватися до інших виконавців, узгоджувати власне звучання з іншими, відчувати спільний темпоритм, динамічні відтінки і разом формувати художній образ. Таке виконання розвиває музичні здібності, навички взаємодії, взаємопідтримку, здатність до співпраці та відповідальність за спільний результат [8]. Все це має позитивний вплив на когнітивний, особистісний і соціальний складники мистецько-творчої компетентності.

У нинішніх умовах поширення народнопісенних творів у цифровому просторі вимагає розуміння про походження запису, достовірності, якості виконання, критичного порівняння автентичного зразку, сучасної обробки або авторської стилізації. Важливо відповідально ставитися до використання цифрового культурного контенту та уважно перевіряти першоджерела [9]. Таким чином, через широку зацікавленість, дослідження, прослуховування, виконання, популяризацію, розвиток та творче переосмислення народної пісні, вона набуває виняткової актуальності й усвідомлення культурної спадкоємності.

Отже, народна пісня є багатофункціональною складовою національної культури. Її потенціал полягає у поєднанні музичного, словесного, емоційного, культурологічного та творчо-діяльнісного компонентів. Систематичне використання народнопісенного матеріалу сприяє розвитку музичних здібностей виконавців, образного мислення, емоційної виразності, творчої ініціативи, забезпечує умови для особистого художнього самовираження та стає дієвим чинником мистецько-творчої компетентності.

Список літератури

1. Traditional culture in the context of globalization: the synergy of tradition and innovation. Materials of the scientific-practical conference. Kharkiv : Madrid Printing House, 2021. 398 p.
2. Roman Natalia. Directions of work with a modern folk song ensemble in a multicultural environment. *Modern digital technologies and developments: problems of their use and challenges*. Stockholm, Sweden, 2026. Pp. 83–86.
3. Roman Natalia. Application of folk instruments of Slobozhanians in the process of preschool children education. *Actual problems of modern science*. Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference. Boston, USA, 2023. С. 255–260.
4. Роман Н.М. Актуальні напрями роботи з сучасним ансамблем народної пісні. *Діяльність продюсера в культурно-мистецькому просторі XXI століття: сфери, концепції, ефективність*. Activities of the producer in the cultural and artistic space 21st century: spheres, concepts, effectiveness. Київ, 2025. С. 85–91.
5. Roman Natalia. Directions of work with a modern folk song ensemble in a multicultural environment. *Modern digital technologies and developments: problems of their use and challenges*. Stockholm, Sweden, 2026. Pp. 83–86.
6. Роман Н.М. Українське музичне мистецтво в мультикультурному соціумі Харкова на початку XX ст. *Problems, current state and prospects for business development*. Graz, Austria. 2025. Pp. 106–110.
7. Роман Н.М. Вплив мультикультурного соціуму на розвиток української пісні в Харкові. *Implementation of modern technologies and their impact on industry*. Paris, France. 2026. С. 99–104
8. Roman Natalia. Directions of work with a modern folk song ensemble in a multicultural environment. *Modern digital technologies and developments: problems of their use and challenges*. Stockholm, Sweden, 2026. Pp. 83–86.
9. Roman N. Formation of multicultural traditions in education in the Kharkiv regio. *Scientific research: integration of science and practice for effective development*. Florence, Italy. 2025. Pp. 210–213.

АУДІОЗАПИС ВЛАСНОГО ВИКОНАННЯ ЯК ЗАСІБ САМООЦІНЮВАННЯ СТУДЕНТА- ІНСТРУМЕНТАЛІСТА

Хижко Олександр Вікторович

кандидат педагогічних наук, викладач музичних дисциплін
Комунальний заклад «Уманський гуманітарно-педагогічний фаховий коледж
ім. Т. Г. Шевченка Черкаської обласної ради»

З педагогічного погляду доцільно виходити з того, що під час гри студент одночасно реалізує виконавський задум і контролює перебіг виконання. За таких умов не всі параметри завершеного результату однаково доступні для окремого аналізу. Аудіозапис створює можливість повернутися до вже виконаного фрагмента й повторно сприйняти його поза безпосереднім актом виконання.

У формативному розумінні самооцінювання не зводиться до виставлення собі оцінки. За Андраде, навчальна функція самооцінювання пов'язана зі співвіднесенням власного процесу або результату з визначеними критеріями та використанням отриманого зворотного зв'язку для подальшого коригування діяльності [1]. Отже, для інструментальної підготовки принциповим є не сам факт оцінювання студентом власної гри, а наявність критеріїв і можливості перетворити оцінку на конкретне рішення щодо наступної роботи.

У цьому контексті аудіозапис доцільно розглядати насамперед як засіб відкладеного повторного слухового сприйняття. Сам по собі він не оцінює виконання й не усуває суб'єктивності судження, але дає змогу слухати вже завершений результат окремо від процесу його створення. Завдяки цьому повторне прослуховування може бути включене в процедуру самооцінювання як окремий етап, на якому почуте співвідноситься з наперед визначеними параметрами виконання. Об'єктом такого зіставлення можуть бути, наприклад, ритмічна точність, темп, інтонаційна або динамічна організація — залежно від конкретного навчального завдання.

Емпіричні дані підтверджують доцільність такого обережного трактування. Сілвейра і Гевін встановили, що самооцінювання учнів-інструменталістів після гри та після прослуховування аудіозапису могло відрізнитися за висотою звуку й ритмом, а під час повторного оцінювання через два дні виявлено також відмінності щодо якості звучання (tone) [2]. У попередньому дослідженні Ван, Ба та Лі за участю 6 студенток-піаністок (по 2 учасниці в кожній умові) в умові з аудіозаписом прослуховування власного запису підтримувало оцінювання окремих слухових параметрів виконання [3]. Водночас автори зафіксували коливання точності самооцінювання, тому ці результати не дають підстав для узагальнення на всіх студентів-інструменталістів.

Отже, педагогічне значення аудіозапису визначається не самим фактом його використання, а способом включення в самооцінювання. Це значення залежить від наявності зрозумілих критеріїв, цілеспрямованого аналізу почутого та

використання результатів цього аналізу для коригування подальших дій. За таких умов запис доцільно трактувати як інформаційну основу для рефлексії, а не як самодостатній механізм підвищення виконавської якості.

На цій підставі аудіозапис педагогічно доцільно включати в послідовний навчальний цикл: виконання → запис → повторне прослуховування → співвіднесення з критеріями → самооцінювання → визначення проблемних моментів → рішення щодо наступної роботи. Запропонована послідовність є авторським педагогічним узагальненням на основі розглянутих теоретичних положень і емпіричних даних. Допоміжним аргументом є дослідження Буше, Кріч і Дюбе, у якому повторний перегляд відеозапису разом із повторним самооцінюванням був пов'язаний зі зміною окремих стратегій наступної індивідуальної практики студентів-гітаристів [4].

Таким чином, педагогічна цінність аудіозапису власного виконання полягає не в самому факті фіксації виконання, а в можливості використати повторне прослуховування як основу для критеріального самооцінювання. За такої організації студент отримує додаткову можливість окремо проаналізувати результат і сформулювати конкретне завдання для подальшої роботи.

Список літератури

1. Andrade H. L. A Critical Review of Research on Student Self-Assessment. *Frontiers in Education*. 2019. Vol. 4. Article 87. <https://doi.org/10.3389/feduc.2019.00087>
2. Silveira J. M., Gavin R. The effect of audio recording and playback on self-assessment among middle school instrumental music students. *Psychology of Music*. 2016. Vol. 44, No. 4. P. 880–892. <https://doi.org/10.1177/0305735615596375>
3. Wang Y., Ba S., Li K. Y. P. Investigating how self-recording and playback influence music students' self-assessment. In: Liu Q., Lei J., Zhang L., Wei Y. (eds.). *Educational Innovation Through Technology: 13th International Conference, EITT 2024. Communications in Computer and Information Science*. Vol. 2600. Springer Singapore, 2026. P. 256–267. https://doi.org/10.1007/978-981-95-1525-7_21
4. Boucher M., Creech A., Dubé F. Video feedback and the choice of strategies of college-level guitarists during individual practice. *Musicae Scientiae*. 2020. Vol. 24, No. 4. P. 430–448. <https://doi.org/10.1177/1029864918817577>

ІНТЕГРАЦІЯ ЦИФРОВОЇ ГРАМОТНОСТІ ТА КОМУНІКАБЕЛЬНОСТІ У ПІДГОТОВКУ МЕДИЧНИХ І ФАРМАЦЕВТИЧНИХ КАДРІВ У СИСТЕМІ BLENDED LEARNING

Чубенко Валентина Анатоліївна

викладач-методист, викладач циклової комісії математики та інформатики,
Черкаська медична академія

Василенко Ірина Олександрівна

кандидат педагогічних наук, доцент,
завідувач кафедри фундаментальних дисциплін,
Черкаська медична академія

Діхтяренко Любова Миколаївна

старший викладач, голова циклової комісії математики та інформатики,
Черкаська медична академія

Сучасний етап розвитку системи охорони здоров'я в Україні та світі характеризується глибокою цифровою трансформацією. Впровадження електронної системи охорони здоров'я (ЕСОЗ), телемедичних технологій, автоматизованих систем обліку лікарських засобів, а також інструментів аналітики великих даних (Big Data) змінює вимоги до професійної підготовки медичних та фармацевтичних кадрів. Сьогодні вже недостатньо навчити майбутню медичну сестру чи фармацевта елементарним навичкам роботи з комп'ютером. Перед системою фахової передвищої та вищої освіти постає завдання формування принципово нового типу фахівця – цифрово компетентного, здатного ефективно інтегрувати інформаційні технології у щоденну професійну діяльність, працювати в єдиному інформаційному просторі з колегами різних спеціалізацій та забезпечувати високу якість медичної допомоги з використанням сучасних цифрових інструментів [1, 2].

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю переосмислення методик викладання дисциплін інформаційного циклу для студентів медичних та фармацевтичних спеціальностей в умовах змішаного навчання, яке стало новою реальністю освітнього процесу. Дисципліни «Інформаційні технології в медицині» (ОПП Сестринська справа), «Інформаційні технології в фармації» (ОПП Фармація) для освітньо-кваліфікаційного рівня «фаховий молодший бакалавр», а також вибіркового компонент «Цифровізація охорони здоров'я» для рівнів фаховий молодший бакалавр, бакалавр, магістр потребують оновлення змістового наповнення та впровадження інноваційних педагогічних технологій, які б враховували специфіку майбутньої професійної діяльності студентів.

Метою публікації є обґрунтування методики викладання інформаційних дисциплін для медичних та фармацевтичних спеціальностей, яка базується на проєктному підході та імітаційному моделюванні професійної діяльності в мультидисциплінарній команді, а також аналіз ефективності такого підходу для формування цифрових та комунікативних компетентностей студентів в умовах змішаного навчання.

Викладання дисциплін інформаційно-комп'ютерного циклу для студентів-медиків та фармацевтів має суттєву специфіку порівняно з підготовкою ІТ-фахівців. Якщо для останніх технологія є самоціллю, об'єктом вивчення та вдосконалення, то для медичних працівників вона виступає виключно інструментом вирішення професійних завдань. Це визначає необхідність практико-орієнтованого підходу до відбору змісту навчання.

Студенти перших-других курсів (ОКР «фаховий молодший бакалавр») часто демонструють скептичне ставлення до інформатики, вважаючи її другорядною дисципліною порівняно з фаховими медичними предметами. Тому ключовим завданням викладача на початковому етапі є мотивація та демонстрація нерозривного зв'язку між володінням цифровими інструментами та успішністю майбутньої професійної діяльності. Для цього ми використовуємо метод аналізу реальних професійних ситуацій:

- Як швидко знайти історію хвороби пацієнта серед тисяч інших, якщо база даних не структурована?
- Як перевірити наявність лікарського засобу в аптечній мережі та запропонувати пацієнтові аналоги, якщо облік ведеться в паперовому журналі?
- Як забезпечити узгодженість дій лікаря, медичної сестри та фармацевта при лікуванні складного пацієнта, якщо вони не мають доступу до єдиної електронної карти?

Відповідь на ці питання завжди одна: цифрові технології в сучасній медицині та фармації – це не розкіш, а базова інфраструктура безпеки пацієнта та ефективності роботи. Саме це розуміння ми закладаємо на перших заняттях, визначаючи вектор подальшого навчання.

Для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня «магістр» у межах вибіркового компоненту «Цифровізація охорони здоров'я» ми піднімаємося на якісно вищий рівень узагальнення. Тут предметом вивчення стають не стільки конкретні програми, скільки стратегічні аспекти цифрової трансформації галузі: державна політика у сфері цифровізації охорони здоров'я (Концепція розвитку електронної охорони здоров'я, закони України «Про державні фінансові гарантії медичного обслуговування населення»), питання кібербезпеки медичних даних та захисту персональної інформації, етичні аспекти використання штучного інтелекту в діагностиці та лікуванні, аналіз ефективності впровадження телемедичних технологій [1, 2]. Такий підхід формує у майбутніх магістрів системне мислення та здатність приймати управлінські рішення в умовах цифрової трансформації.

Змішане навчання, яке поєднує аудиторну роботу з використанням технологій дистанційного навчання, висуває особливі вимоги до організації освітнього процесу. З одного боку, воно надає ширші можливості для використання

цифрових інструментів, з іншого – потребує чіткої структуризації навчального матеріалу та продуманої системи контролю.

Практичний досвід викладання дозволяє виокремити три ключові змістові блоки, які є найбільш значущими для майбутньої професійної діяльності студентів медичних та фармацевтичних спеціальностей.

Центральним елементом цифрової інфраструктури сучасного медичного закладу є електронна медична картка (ЕМК) та медичні інформаційні системи (МІС). У процесі вивчення цієї теми студенти мають засвоїти принципову відмінність ЕМК від паперового аналога: електронна картка – це не просто сканований документ, а динамічна структура даних, яка одночасно використовується та наповнюється різними фахівцями.

Ми розглядаємо типові сценарії роботи з ЕМК:

- лікар вносить діагноз та призначення;
- медична сестра фіксує виконані процедури, показники температури, тиску, результати спостережень;
- фармацевт (у стаціонарі або аптеці) бачить актуальні призначення та може перевірити лікарську взаємодію.

Ключове завдання цього блоку – навчити студентів «бачити» колегу по той бік інтерфейсу, усвідомлювати, що їхня діяльність у системі є частиною спільного процесу. Помилка в заповненні поля (наприклад, некоректне введення дозування) або неухважність до даних, введених іншим спеціалістом, може мати серйозні наслідки для здоров'я пацієнта. Для відпрацювання практичних навичок ми використовуємо демо-версії МІС (там, де це можливо) або створюємо навчальні бази даних у середовищі Google Таблиць, які імітують логіку роботи ЕМК.

В умовах змішаного навчання хмарні технології стають не просто зручним інструментом, а необхідною умовою організації освітнього процесу. Ми детально вивчаємо інструменти Google Workspace for Education (Документи, Таблиці, Форми, Презентації) з огляду на їх доступність, функціональність та зручність для командної роботи.

Google Документи використовуються для підготовки спільних звітів, протоколів, описів клінічних випадків. Студенти вчаться працювати в режимі реального часу, залишати коментарі, відстежувати зміни, обговорювати правки. Google Таблиці є основним інструментом для роботи з даними: від простих списків пацієнтів до складних баз даних з елементами аналітики. Google Форми дозволяють організовувати збір інформації (наприклад, опитування пацієнтів щодо якості обслуговування або самопочуття) з автоматичним накопиченням результатів у таблицях для подальшої обробки.

Важливо, що робота з хмарними сервісами не лише формує технічні навички, а й моделює ситуацію розподіленої команди, яка працює над спільним завданням у різних локаціях та в різний час. Це максимально наближає навчальний процес до реалій сучасної професійної діяльності, де віддалена взаємодія стає нормою.

Здатність аналізувати дані та представляти результати у зрозумілій формі є важливою компетенцією сучасного медичного працівника. У межах цього блоку

студенти опановують базові інструменти аналізу даних у Google Таблицях та Excel: сортування, фільтрацію, умовне форматування, створення зведених таблиць, побудову діаграм та графіків.

На заняттях розглядаємо практичні кейси: аналіз захворюваності в розрізі вікових груп, оцінка частоти призначення різних груп лікарських засобів, виявлення кореляцій між способом життя пацієнтів та розвитком хронічних захворювань. Особлива увага приділяється візуалізації даних – створенню інформативних та зрозумілих графіків, які можуть бути використані для підготовки звітів або презентацій.

Для студентів-фармацевтів цей блок доповнюється завданнями з аналізу аптечного асортименту, динаміки продажів, виявлення лікарських взаємодій на основі аналітики призначень. Для медичних сестер акцент робиться на аналізі показників роботи відділення (середній термін лікування, частота ускладнень, задоволеність пацієнтів).

Найбільш ефективною технологією, що дозволяє інтегрувати змістові блоки в єдину систему та забезпечити формування як цифрових, так і комунікативних компетентностей, є метод проєктного навчання. У своїй практиці ми використовуємо авторську модифікацію цього методу – принцип «реальних бригад».

Студенти різних спеціальностей (ОПП Сестринська справа, ОПП Фармація) об'єднуються в малі групи («бригади») по 3-4 особи. Кожна бригада отримує комплексне завдання – створити цифровий продукт, що має практичну значущість: базу даних пацієнтів стаціонару, аналітичний звіт про ефективність застосування певної групи препаратів, інтерактивну інфографіку щодо побічних ефектів або профілактики захворювань. Ключовою особливістю є чіткий розподіл професійних ролей усередині бригади, кожна з яких має специфічні обов'язки.

Роль 1: Медична сестра. Цей учасник команди відповідає за клінічний зміст проєкту. Його завдання:

- визначити перелік даних, які необхідно збирати про пацієнта відповідно до поставленого завдання (демографічні показники, скарги, анамнез, об'єктивні дані: температура, артеріальний тиск, частота серцевих скорочень, проведені маніпуляції);

- розробити шаблони для внесення даних, які будуть зручними та зрозумілими для користувача;

- заповнити клінічну частину бази даних, використовуючи реалістичні сценарії (вигадані або отримані з відкритих джерел кейси);

- на етапі аналітики сформулювати запити до адміністратора та фармацевта з точки зору клінічної практики: «Покажіть пацієнтів із неефективністю терапії», «Які побічні ефекти найчастіше виникають?».

Роль 2: Фармацевт. Цей учасник забезпечує фармацевтичну експертизу проєкту. Його обов'язки:

- відповідати за фармацевтичний блок бази даних: назви лікарських засобів (торговельні та міжнародні непатентовані), дозування, форми випуску, схеми прийому, показання та протипоказання;

- перевіряти призначення на наявність потенційно небезпечних лікарських взаємодій;

- на етапі аналітики досліджувати дані щодо частоти призначень різних препаратів, виявляти кореляції між призначеннями та побічними ефектами;

- готувати рекомендації щодо раціонального використання лікарських засобів на основі отриманої статистики.

Роль 3: Адміністратор (ІТ-координатор). Це технічний лідер проєкту, який забезпечує його реалізацію цифровими засобами. Його функції:

- проєктувати структуру бази даних: визначати кількість таблиць, зв'язки між ними, типи полів (текст, число, дата, випадючий список);

- технічно реалізовувати проєкт у Google Таблицях: створювати аркуші, налаштовувати перевірку даних, форматування;

- забезпечувати спільний доступ до файлів з відповідними правами (редагування, коментування, перегляд);

- контролювати своєчасність та коректність введення даних;

- виконувати роль перекладача між професійними запитами медсестри та фармацевта і технічними можливостями інструментів: формулювати завдання мовою фільтрів, формул, зведених таблиць.

Робота над проєктом триває протягом 4-6 тижнів (залежно від складності) і проходить через кілька послідовних етапів.

Етап 1. Брифінг та постановка проблеми. Викладач формулює загальне завдання, описує ситуацію. Наприклад: «У відділенні кардіології планується впровадження електронної системи супроводу пацієнтів. Вам як команді доручено розробити структуру бази даних для 30 пацієнтів із гіпертонічною хворобою, провести пілотне наповнення та підготувати аналітичний звіт щодо ефективності терапії за місяць». На цьому етапі важливо забезпечити однозначне розуміння завдання всіма учасниками.

Етап 2. Проєктування. Це етап найактивнішої комунікації. Медична сестра визначає, які саме дані потрібно збирати, фармацевт уточнює деталі щодо лікарських призначень, адміністратор пропонує технічну структуру, яка дозволить реалізувати всі вимоги. Відбуваються дискусії, узгодження, пошук компромісів. Саме тут формується вміння слухати колегу, аргументувати свою позицію та знаходити спільне рішення.

Етап 3. Наповнення даними. Кожен учасник виконує свою частину роботи. Медична сестра вносить клінічні дані, фармацевт заповнює інформацію про ліки, адміністратор контролює дотримання структури та за потреби коригує технічні налаштування. Важливо, що всі бачать внесок одне одного в реальному часі, що дозволяє одразу виправляти помилки та узгоджувати дії.

Етап 4. Аналітика та звітність. На основі внесених даних команда готує аналітичні матеріали. Адміністратор створює зведені таблиці та будує графіки, медсестра інтерпретує отримані результати з клінічної точки зору, фармацевт

готує висновки щодо раціональності призначень. Спільними зусиллями формується підсумковий звіт.

Етап 5. Презентація результатів. Фінальна презентація проєкту має особливу структуру. Кожен член бригади презентує свою частину роботи саме з позиції виконаної професійної ролі:

- медсестра пояснює, чи було зручно вносити дані, чи всі необхідні поля були передбачені, які клінічні висновки вона зробила;

- фармацевт демонструє результати аналізу призначень, звертає увагу на виявлені проблеми та пропонує рекомендації;

- адміністратор розповідає про технічні рішення, складнощі, з якими зіткнулася команда, та способи їх подолання.

Такий формат презентації змушує студентів рефлексувати щодо власного внеску, аналізувати командну взаємодію та вчитися представляти результати своєї роботи професійною мовою.

Застосування методу «реальних бригад» протягом трьох навчальних років дозволяє зробити висновки про його високу ефективність для формування як цифрових, так і комунікативних компетентностей студентів.

По-перше, спостерігається суттєве підвищення мотивації до вивчення інформаційних технологій. Коли студенти бачать безпосередній зв'язок між навичками роботи в Google Таблицях та можливістю вирішувати реальні професійні завдання (наприклад, аналізувати ефективність лікування), ставлення до дисципліни змінюється. Майбутня медична сестра розуміє, що вміння працювати з фільтрами та зведеними таблицями звільнить її від годин заповнення паперових журналів та дозволить більше часу приділяти безпосередньо пацієнтам. Майбутній фармацевт усвідомлює, як аналітика даних допомагає виявити небезпечні лікарські комбінації та підвищити безпеку фармакотерапії.

По-друге, інтенсивно розвиваються комунікативні навички [3]. У процесі роботи студенти постійно спілкуються, обговорюють, дискутують, пояснюють свої потреби колегам, які мають інший професійний досвід та завдання. Фармацевт вчиться говорити з медсестрою не мовою хімічних формул та фармакологічних груп, а мовою практичного застосування та впливу на стан пацієнта. Адміністратор освоює медичну термінологію, необхідну для розуміння завдань, і вчиться перекладати її технічною мовою. Така взаємодія моделює реальні комунікативні ситуації, які виникатимуть у майбутній професійній діяльності.

По-третє, формується розуміння командної відповідальності та взаємозалежності. Студенти на власному досвіді переконуються, що успіх спільної справи залежить від кожного учасника. Якщо адміністратор створив незручну, нелогічну структуру бази даних – медсестра внесе недостатньо інформації або зробить це з помилками. Якщо медсестра не уважно поставиться до внесення даних – фармацевт зробить некоректні аналітичні висновки, які можуть вплинути на лікувальний процес. Якщо фармацевт не надасть вчасно інформацію про лікарську взаємодію – це може становити загрозу для пацієнта.

Усвідомлення цієї взаємозалежності формує відповідальне ставлення до виконання своїх обов'язків.

По-четверте, методика добре адаптується до умов змішаного навчання. Частина роботи (наповнення даними, обговорення в чатах, підготовку окремих розділів) студенти можуть виконувати дистанційно, зустрічаючись в аудиторії для ключових етапів узгодження та презентацій. Хмарні інструменти Google дозволяють зберігати безперервність роботи незалежно від місця перебування учасників команди.

Підсумовуючи, хочемо наголосити на головному: викладання інформаційних технологій для медичних та фармацевтичних фахівців має бути спрямоване не на підготовку технічних спеціалістів, а на формування медичних працівників нового покоління, які чітко усвідомлюють, що технологія – це лише інструмент. Його ефективність, безпечність та корисність на 90% залежать від якості комунікації, рівня довіри та згуртованості професійної команди [3]. Без розвитку цих «м'яких навичок» (soft skills) навіть найсучасніші цифрові програми та системи залишатимуться неефективними, а в медицині – потенційно небезпечними. Тому наше головне завдання як викладачів – навчити студентів бачити за цифрами, таблицями та алгоритмами живих людей: пацієнтів, які потребують допомоги, та колег, з якими вони разом творитимуть сучасну, безпечну та ефективну охорону здоров'я України.

Список літератури

1. Вебпортал «Дія. Проекти цифрової трансформації». Retrieved from <https://plan2.diia.gov.ua/projects>.
2. Проєкт «Сталий розвиток національних систем охорони здоров'я» (LHSS) у межах проєкту USAID “Integrated Health Systems IDIQ”. Telemedicine in Ukraine: situational analysis. Rockville, MD: Abt Associates. 2023. Retrieved from https://www.lhssproject.org/sites/default/files/resource/2023-05/LHSS_UKRAINE_FY23_Landscape%20Assessment%20of%20Telemedicine%20in%20Ukraine_Ukr.pdf.
3. Шарлович, З.П. Формування комунікативної компетентності майбутніх медичних сестер у процесі фахової підготовки // Вісник Житомирського державного університету. – 2021. – Вип. 4. – С. 112-118.

СТВОРЕННЯ ХАРКІВСЬКОГО ІСТОРИЧНОГО АРХІВУ

Черняк Сергій Геннадійович

кандидат педагогічних наук, доцент,
старший науковий співробітник

Відділу інформації та використання документів,
Державний архів м. Києва

Центром зосередження документів адміністративно-господарських, судових і фінансових установ Лівобережної і Слобідської України XIX століття став Харківський історичний архів. Його створення пов'язане безпосередньо з діяльністю Харківського історико-філологічного товариства при Харківському університеті. Метою Товариства, як вказувалося в його статуті, затвердженому міністром народної освіти 24 грудня 1876 року, було сприяння розвитку і розповсюдженню історичних і філологічних знань. Для досягнення цієї мети Товариство піклувалося про придбання археологічних предметів та рукописів. Рукописи і книги складали його бібліотеку. В процесі діяльності Товариства виникла необхідність організації архіву для зберігання зібраних документів. Ним став створений у 1880 році при Харківському університеті Історичний архів. Очолював його завідувач, завданням якого було зберігання, поповнення і розроблення документів, складання і видання описів і систематичних покажчиків. Завідувач засвідчував і офіційні довідки, які видавав архів. При архіві була посада архіваріуса, якого вибирали за рекомендацією завідувача [1, с. 38 – 39].

З ініціативи Харківського історико-філологічного товариства з Чернігова до Харкова перевезли архів Малоросійської колегії. Архівні документи Колегії впорядкували, описали архіваріуси, та архівісти-аматори під керівництвом Д. Багалія. Документи архіву почали залучатися до наукового обігу [2, с. 52].

Зауважимо, що створення цього архіву ініціював дійсний член Товариства, відомий український історик і етнограф П. Єфименко. 1879 року у виступі на одному із засідань він наголосив на важливому значенні для науки архіву Чернігівського правління, на основі документів якого писали свої праці Д. Бантиш-Каменський, М. Маркевич, М. Судієнко, О. Лазаревський та інші. П. Єфименко звернув увагу громадськості на вкрай несприятливі умови зберігання цінних історичних документів [3, с. 234].

Архів розпочав поповнення з 1887 року. Зокрема, тоді з Новгород-Сіверського поліцейського правління надійшли справи за 1735 рік. Непересічною була роль у цьому Д. Багалія, який особисто здійснював археографічні подорожі до міст України з метою пошуку документів. Видається, що подібні заходи не були випадковими, оскільки в них брали участь й інші працівники архіву та члени Харківського історико-філологічного товариства, зокрема Д. Міллер, Є. Іванов, М. Плохинський, В. Савва та інші. Завдяки цьому

1890 року з архіву Полтавського губернського правління було одержано документи Генеральної військової канцелярії, Скарбової канцелярії, Генеральної лічильної комісії, Малоросійської колегії, Похідної канцелярії гетьмана К. Розумовського, Чернігівського губернського правління, Румянцевського опису та інші, що стосувалися Миргородського, Полтавського та інших полків, територія яких на початку XIX століття увійшла до Полтавської губернії. Документи, перевезені з Чернігова, Полтави і Новгорода-Сіверського, утворили перший відділ — матеріалів Лівобережної України (або Чернігівсько-Полтавський), який включав приблизно 52 тисячі одиниць зберігання. Таким чином, Харківський історичний архів став власником найбільшого за своєю цінністю документального зібрання з історії Лівобережжя другої половини XVII – XVIII століття [4, с. 381].

Царський уряд, дозволивши створення архіву при Харківському історико-філологічному товаристві, тим і обмежився. Будь-яких субсидій цей архів так і не отримав. Він існував на кошти, які виділяв університет, на приватні пожертви та завдяки безкорисливій допомозі ентузіастів історико-архівної справи. Водночас з упорядкуванням документів в архіві проводилася велика наукова робота [5, с. 132].

Наголосимо, що використання архівних документів здійснювалося за двома напрямками: використання документів через читальний зал та публікація архівних документів, зокрема, у виданнях Харківського історико-філологічного товариства. З перших років функціонування архіву його співробітники здійснювали облік наукових робіт. Крім того, один із напрямів роботи архіву був нетиповим для громадської установи. Йдеться про виконання соціально-правових запитів. Документи використовувалися з навчальною метою: на заняттях зі студентами університету [3, с. 240].

Комплектувався Харківський історичний архів і документами особового походження. У 1890 році при архіві виник важливий комплекс документальних джерел — Відділ рукописів місцевих діячів, де зосереджувалися фамільні папери, рукописи, листування, твори науковців і літераторів [1, с. 40].

Отже, Харківський історичний архів відіграв важливу роль у збереженні багатой архівної спадщини, формуванні джерельної бази історії України. правонаступник архіву — сучасний Державний архів Харківської області, є одним із найстаріших архівних засобів в Україні.

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. Архівознавство / За заг. ред. Ярослава Калакури та Ірини Матяш. Київ: Видавничий дім «КМ Академія», 2002. 356 с.
3. Нариси історії архівної справи в Україні / За заг. ред. Ірини Матяш, Катерини Климової. Київ: Видавничий дім «КМ Академія», 2002. 612 с.

4. Гісцова, Л. Харківський історичний архів: 1880 – 1943. Архіви України. 2006. Вип. 1. № 259. С. 376 – 411.
5. Олійник, С. В. Архівознавство. Конспект лекцій. Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин Я. І., 2024. 192 с.

DEVELOPMENT OF DIRECTIONS FOR IMPROVING THE FUNCTIONING OF MONITORING SYSTEMS

Tamarashvili Giorgi,

PhD candidate, Faculty of Informatics and Control Systems
Georgian Technical University

Samkharadze Roman,

Professor
Georgian Technical University

Gachechiladze Lia

Associate Professor
Georgian Technical University

Modern state border monitoring systems, despite substantial technological progress, retain a number of systemic weaknesses: sensitivity to environmental conditions, difficulty of operating in open-set scenarios, and a persistent trade-off between recognition accuracy and computational performance. The present work develops a set of interrelated directions for improving the functioning of existing monitoring systems, in which face recognition is treated not as an isolated algorithmic component but as a multi-stage processing chain whose overall reliability is determined by the quality of every stage - face detection in the video frame, geometric alignment of the detected face region, image pre-processing, feature extraction, and comparison of the obtained representations with a reference database. An error committed at the detection stage propagates through the entire subsequent chain, and no recognition model of however high quality can correct it. Accordingly, improvement is understood here as the systemic refinement of the whole processing pipeline, where the result of each stage is evaluated by its influence on the final operational indicators.

The face detection stage was historically based on cascade classifiers built on hand-crafted features, which remain available in standard computer vision libraries [1]. Such methods are fast and computationally inexpensive, but their accuracy drops sharply under non-frontal poses, variable illumination, and partial occlusion. In border monitoring scenarios, where faces are typically captured in motion, at oblique angles, and against heterogeneous backgrounds, classical detectors cannot provide sufficient recall, meaning that a portion of potentially important faces never enters the recognition process at all. A qualitative leap in detection is associated with deep convolutional approaches: the multi-task cascaded convolutional network (MTCNN) jointly determines the face region and its key landmarks through a three-stage cascade in which each subsequent network refines the candidates proposed by the previous one [2], while more recent single-stage detectors of the RetinaFace type employ multi-scale feature pyramids that improve the detection of small faces in difficult conditions. For the detection stage in the border monitoring context, preference is therefore given to

deep-learning-based detectors, with classical methods retained in an auxiliary role on resource-constrained nodes. The detector configuration reflects the specifics of the task: the minimum face size threshold is set so that the system does not spend resources on images whose information content is a priori insufficient for reliable recognition, while candidate filtering parameters are balanced in favor of recall, since in the border context the cost of missing a face exceeds the cost of processing a redundant candidate.

At the feature extraction stage, modern systems rely on deep convolutional architectures whose effectiveness in large-scale visual tasks was established by early deep network research [3]. Their advantage lies in the automatic learning of multi-level representations that are comparatively invariant to illumination, expression, and moderate pose variation. Within the embedding paradigm, a comparative analysis of recognition models widespread in practice was carried out, covering solutions of the FaceNet, DeepFace, ArcFace, and InsightFace types. FaceNet-type models are based on the triplet loss function, which directly optimizes the metric space via triplets of samples; the approach is conceptually transparent, but training is sensitive to the triplet selection strategy and exhibits convergence instability on large-scale data. DeepFace represents an early industrial solution that first demonstrated the practical potential of deep networks in face verification, but whose architectural principles are outdated relative to current requirements. ArcFace-type models introduce an additive angular margin into the classification function, placing embedding vectors on a unit hypersphere and forcing the model to increase the angular distance between clusters of different identities; in practice this translates into reduced intra-class variation and strengthened inter-class separation, which is particularly valuable in open-set scenarios where the system must reliably reject unknown individuals. InsightFace, as an open platform, combines recognition models of this type with detection and alignment components. Independent evaluations conducted by the National Institute of Standards and Technology confirm that the accuracy gap between modern algorithms is small under controlled conditions but grows sharply in complicated scenarios [4]. The generalized results of the comparative analysis are presented in Table 1.

Table 1.

Generalized results of the comparative analysis of existing recognition approaches

Criterion	FaceNet (triplet)	DeepFace	ArcFace type	InsightFace (platform)
Accuracy under standard conditions	High	Medium	Very high	Very high
Robustness in open-set scenarios	Medium	Low	High	High
Training stability	Low	Medium	High	High
Computational requirements	Medium	Medium	Medium	Configurable

Scalability on large databases	High	Low	High	High
Ecosystem maturity	Medium	Low	High	Very high

On the basis of this analysis, an angular-margin embedding architecture (of the ArcFace type) was selected as the baseline recognition model, offering the best balance of accuracy, open-set robustness, and scalability. Selecting a baseline model, however, does not mean relying on it entirely: any individual model retains weaknesses under real operational conditions. The principal contribution of the research therefore lies not in creating a new baseline model, but in formulating an architectural framework that extends the capabilities of existing models in the directions of environmental robustness, adaptation, and operational efficiency. Six such directions have been formulated.

The first direction is the integration of an image quality assessment module into the processing chain. In a border monitoring video stream, many frames of the same individual are typically captured, differing considerably in illumination, sharpness, pose, and occlusion. The quality module assigns each frame a numerical indicator combining sharpness (a Laplacian-variance-based estimate), illumination uniformity, face size in pixels, and pose deviation from frontal; only frames whose indicator exceeds an established minimum participate in recognition, while the remainder are discarded at an early stage. The indicator is computed with standard computer vision operations [1] at negligible cost compared with embedding computation and is used for three purposes: frame filtering, selection of the best frame within a video track, and adaptation of the decision threshold.

The second direction is the introduction of an adaptive decision-thresholding mechanism. Using a single fixed threshold for all scenarios inflates either false positive or false negative rates, because changes in environmental conditions directly affect the distribution of distances between embeddings: under low illumination the distance between different images of the same person increases on average, so a fixed threshold begins to reject true matches, while under high-quality conditions the same threshold may prove excessively liberal. In the proposed mechanism the threshold is corrected dynamically according to the image quality indicator and the operational context (time of day, camera type, observation zone), with correction rules established through empirical analysis of distance distributions on validation data, which ensures a balanced error level across a wide range of conditions.

The third direction is the refinement of multi-stage verification logic. The result of automatic recognition must not be treated as a final decision: international practice shows that biometric identification is most effective within a multi-stage approach in which the automatic result is checked against additional information sources and, where necessary, by a human operator [5]. In the proposed approach, high-risk or low-confidence cases are automatically forwarded to the operator together with contextual information: a ranked candidate list, a confidence score, the quality indicator, and the corresponding frames. Retaining human involvement at the final decision stage reduces

automation risks and corresponds to the principles of responsible use of biometric systems [6].

The fourth direction is adherence to the principle of modular architecture. The system is designed so that each component - detection, alignment, quality assessment, feature extraction, comparison, and decision-making - constitutes an independent module connected through standardized interfaces. This makes it possible to update an individual component without reworking the entire system, which is critical in a rapidly developing technological field: replacing the recognition model with a new generation must not require changes to the infrastructure or operational processes. On the same principle, communication with external systems - video surveillance networks, national biometric databases, and inter-agency platforms - is carried out via clearly defined interfaces in accordance with international data exchange standards [7].

The fifth direction is the establishment of a well-ordered biometric data management process. The system stores not raw images but embedding vectors (templates) derived from them, which reduces both storage volume and the risk of personal data leakage. Template storage, updating, and deletion are governed by explicit data life-cycle rules - from collection to erasure - addressing one of the significant challenges of biometric infrastructure [8]. Data processing complies with the principles of the European General Data Protection Regulation (GDPR), including data minimization, purpose limitation, and storage period requirements.

Finally, improvement of functioning cannot be complete without an institutional component: technological solutions do not deliver the desired result without corresponding organizational processes, personnel training, and inter-agency coordination [6; 9]. The implementation plan therefore provides for operator training and a clear distribution of responsibility between automatic and human decisions.

Thus, the improvement of the functioning of existing monitoring systems is achieved through a set of interrelated directions: strengthening of every stage of the processing chain, integration of quality assessment, introduction of adaptive thresholding, multi-stage verification, modular architecture, well-ordered biometric data management, and the institutional component. Together, these directions form the conceptual foundation for a face recognition system oriented toward the real, variable conditions of state border monitoring; the architectural embodiment of these directions and its experimental evaluation constitute the subject of the subsequent stages of the research.

References

1. OpenCV Developers. (2023). OpenCV documentation. <https://docs.opencv.org>
2. Zhang, K., Zhang, Z., Li, Z., & Qiao, Y. (2016). Joint face detection and alignment using multitask cascaded convolutional networks. *IEEE Signal Processing Letters*, 23(10), 1499-1503.
3. Simonyan, K., & Zisserman, A. (2015). Very deep convolutional networks for large-scale image recognition. In *International Conference on Learning Representations (ICLR)*. <https://arxiv.org/abs/1409.1556>

4. National Institute of Standards and Technology. (2021). Ongoing face recognition vendor tests (FRVT). <https://www.nist.gov/programs-projects/face-recognition-vendor-test-frvt>
5. International Organization for Migration (IOM). (2021). Migration and Border Management in Crisis Settings. <https://www.iom.int/>
6. United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC). (2022). Technology and Border Management. <https://www.unodc.org/>
7. EUROSUR. (2021). European Border Surveillance System - Technical Guidelines and Evaluation. European Commission.
8. International Organization for Migration (IOM). (2020). Migration Management and Border Security. <https://www.iom.int/>
9. Chertoff, M. (2018). Homeland Security: Assessing the First Five Years. University of Pennsylvania Press.

МЕТОД АДАПТИВНОЇ СТРУКТУРНО-СЕМАНТИЧНОЇ СЕГМЕНТАЦІЇ ТЕКСТОВИХ ДОКУМЕНТІВ У СИСТЕМАХ ГЕНЕРАЦІЇ, ДОПОВНЕНОЇ ПОШУКОМ

Лозовий Олег Андрійович

студент магістратури спеціальності «Комп'ютерні науки»

Національний університет «Львівська політехніка»

ВСТУП

Актуальність теми зумовлена тим, що обсяг довідкових документів, за якими громадяни самостійно відшукують конкретні відомості, зростає швидше, ніж спроможність установ їх супроводжувати. Станом на серпень 2024 року за кордоном перебувало близько 7,5 млн громадян України, а впродовж 2022–2023 років було вчинено понад 2 млн консульських дій силами фактично 300 консулів, причому попит визнано таким, що об'єктивно перевищує можливості консульських служб [1]. Автоматизація такого пошуку вже є впровадженою державною практикою: у вересні 2025 року запрацював асистент Дія.АІ, визнаний першим у світі національним асистентом державних послуг на основі штучного інтелекту [2], а лише за червень 2025 року з 53 463 звернень, що надійшли до операторів та асистента, 27 800 асистент закрив без участі оператора [3].

Системи такого класу будують за схемою генерації, доповненої пошуком: зібрання документів заздалегідь ділять на фрагменти, за запитом відшукують кілька найближчих і подають їх великій мовній моделі. Сегментація є першою ланкою цієї схеми і встановлює межу якості для всіх наступних: якщо потрібне твердження розділене межею між фрагментами, наступні ланки цілісності твердження не відновлять. Водночас єдиного придатного значення розміру фрагмента не існує: оптимальне значення є функцією задачі [4], залежність якості від розміру немонотонна [5], а розширення вікна контексту моделей цієї потреби не знімає, оскільки якість спадає за позицією твердження у контексті [6].

Особливість довідкових документів полягає в неоднорідності самого документа: у межах однієї сторінки поруч розташовані тарифна таблиця, кожен рядок якої є завершеною відповіддю обсягом кілька десятків символів, і розповідний опис процедури, у якому завершеною відповіддю є абзац. Стале значення розміру фрагмента для одного з цих блоків надто тісне, а для іншого — надто широке.

Мета дослідження полягає у розробленні методу адаптивної структурно-семантичної сегментації текстових документів для систем генерації, доповненої пошуком, який зменшує обсяг контексту, поданого великій мовній моделі, за збереження досяжної повноти пошуку та підвищення частки правильних відповідей. Межі фрагмента визначає тип структурного блока розмітки, гранична довжина обчислюється для кожного блока окремо за властивостями його змісту, а семантичний контекст відновлюється повним ланцюжком

заголовків; звернення до великої мовної моделі на етапі індексування не потрібне.

Завдання, які потрібно виконати:

- проаналізувати наявні способи сегментації документів і встановити їхні обмеження;
- побудувати правила визначення меж фрагмента за типом структурного блока та правило обчислення граничної довжини за властивостями блока;
- сформувати корпуси документів і набори оцінювальних запитів, у яких відповідь наявна дослівно рівно в одному документі;
- порівняти запропонований метод із наївними, промисловими та опублікованими способами сегментації за повнотою пошуку, обсягом контексту та часткою правильних відповідей;
- виміряти внесок кожного складника методу окремо та перевірити перенесення методу на корпус іншого жанру.

Об'єкт дослідження: процес поділу текстових документів на фрагменти для подальшого пошуку та побудови відповіді.

Предмет дослідження: методи структурної та семантичної сегментації текстових документів і показники оцінювання повноти пошуку та обсягу контексту.

Результати мають практичне застосування у побудові довідкових питально-відповідних систем над зібраннями документів установ, за умови, що параметри сегментації узгоджено з жанром зібрання.

1 АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

Історично задачу розв'язували як лінійну сегментацію тексту за темами [7]. Спільним обмеженням цієї лінії робіт є те, що критерієм межі виступає виключно змістова однорідність суміжних відрізків, тоді як розмітка документа до уваги не береться.

Емпіричні дослідження останніх років дають кількісні оцінки впливу сегментації, проте їхні висновки не однозначні. Систематичне варіювання розміру фрагмента за сталого бюджету контексту показало, що оптимальне значення залежить від кількості документів, потрібних для відповіді [4], а незалежне відтворення на іншому корпусі дало немонотонну залежність із максимумом достовірності 97,59 % за 512 лексем проти 80,37 % за 2048 лексем [5], а порівняння стратегій на однаковому корпусі показує розрив до 9 % за повнотою [8]. Сегментація за типами структурних елементів документа підвищує влучність визначення сторінки-джерела до 84,40 % проти 68–73 % у схем зі сталим розміром, причому вииграш не зводиться до подрібнення: структурний поділ дає навіть більше фрагментів на документ [9].

Натомість семантична сегментація стабільної переваги не має: на десяти наборах для пошуку документів вона перевершувала поділ сталого розміру переважно на штучно зшитих корпусах, тоді як на природних корпусах перевага зникала або оберталася програшем [10]. Методи, що визначають межу засобами великої мовної моделі, дають приріст 7,37 % за показником дисконтованого накопиченого вииграшу [11], проте потребують звернення до моделі на кожну

групу абзаців. Рекурсивне дерево кластерних рефератів [12] будує рівні узагальнення над плоским поділом і дає виграш на тематичних запитаннях коштом одного звернення до мовної моделі на кожен кластер.

Промислові засоби зводяться до двох родин: поділ за впорядкованим переліком роздільників [13] і поділ за розміткою. Жоден із них не змінює розміру фрагмента у межах одного документа за властивостями самого тексту: гранична довжина є сталим параметром зібрання, а змінність фактичної довжини є побічним наслідком розташування роздільників. Для довідкових і нормативних документів окремо описано системну помилку, коли видобутий фрагмент правильний за формою, але походить із хибного документа серед структурно однотипних; засобом її подолання є дописування до фрагмента відомостей про документ-джерело [14].

Отже, прогалина полягає у відсутності способу, який одночасно враховує структуру розмітки, змінює розмір фрагмента у межах документа за властивостями самого тексту і відновлює семантичний контекст відокремленого фрагмента, не звертаючись при цьому до великої мовної моделі на етапі індексування. Саме цю прогалину заповнює запропонований метод.

2 АНАЛІЗ МАТЕРІАЛІВ ТА МЕТОДІВ

2.1 Корпуси документів і набори оцінювальних запитів

Для перевірки потрібні корпуси, у яких відповідь на запит є коротким твердженням, наявним дослівно в одному документі: лише за такої побудови можна однозначно встановити, чи містить видобутий фрагмент потрібне твердження. Сформовано два корпуси, максимально несхожі за предметною областю, мовою та носієм твердження; їхній склад наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Склад корпусів документів і наборів оцінювальних запитів

Ознака	Довідкові документи	Технічна документація
Предметна область	консульські послуги	документація каркаса
Мова	українська	англійська
Документів	34	39
Обсяг, символів	153 498	332 871
Носій твердження	рядок таблиці, абзац	блок програмного коду
Оцінювальних запитів	107	107

Кожен запит має рівно одне твердження-відповідь — число, суму, строк або номер, — наявне рівно в одному документі корпусу; наявність ключів перевірено програмно до початку обчислень.

2.2 Метод сегментації

Документ розкладають на впорядковану послідовність структурних блоків п'яти типів: заголовки, абзац, перелік, таблиця, блок програмного коду. Розпізнавання огорож блоку коду виконують до розпізнавання порожніх рядків,

інакше файл із кількома визначеннями розпадається на непов'язані абзаци. Порядок дій одного проходу за послідовністю блоків подано на рисунку 1.

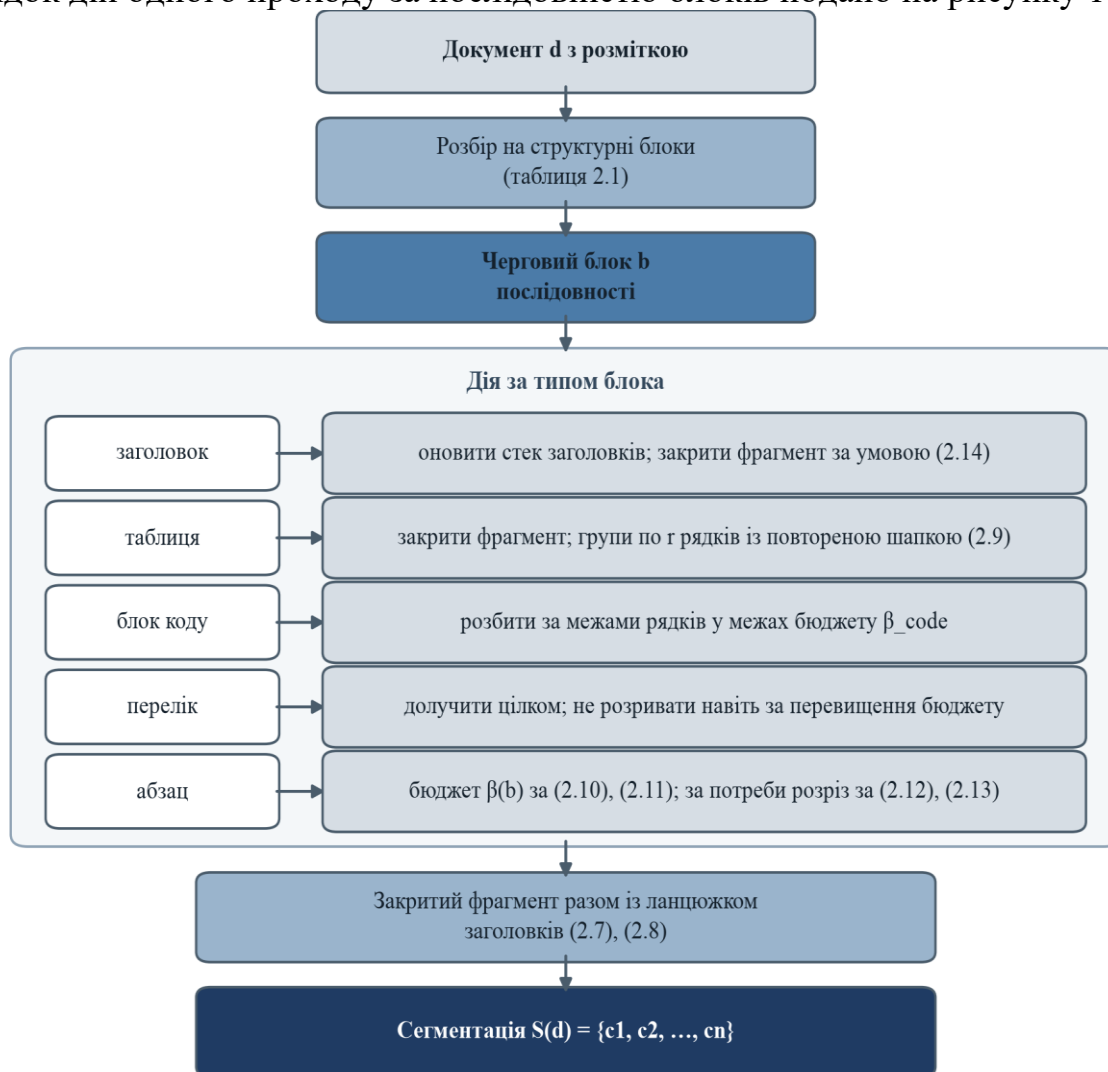


Рис. 1. Схема одного проходу алгоритму за послідовністю структурних блоків документа

Джерело рисунка: розроблено автором

Кожному фрагменту приписують повний ланцюжок заголовків від назви документа до найглибшого чинного заголовка, зафіксований на момент відкриття фрагмента. Префікс відновлює контекст, втрачений під час відокремлення фрагмента, і вносить до його вектора лексику, якою формулюють запит: рядок тарифної таблиці «300 доларів США» поза документом предмета не має, а разом із ланцюжком утворює самодостатнє твердження.

Перелік вважають неподільним і долучають цілком, навіть якщо він перевищує бюджет, оскільки пункти переліку є однорідними умовами одного правила. Таблицю натомість розбивають на групи по r суміжних рядків даних, до кожної з яких дописують шапку: рядки таблиці самостійні, а спільною для них є лише шапка.

Центральним положенням адаптивності є відмова від єдиного бюджету на користь бюджету, обчислюваного для кожного блока окремо. Розрізнявачем

обрано частку цифрових символів у блоці: якщо вона сягає порога, блок дістає тісний бюджет, інакше — просторий. Показник обчислюють за один прохід блоком; він не потребує ані словників, ані моделей і не залежить від мови документа. Структурний і семантичний складники працюють разом: тип блока задає правило межі, адаптивний бюджет підлаштовує довжину під щільність фактів, ланцюжок заголовків несе тему фрагмента у вектор пошуку, а коли структура межі не дає, точку розрізу обирають там, де подібність між сусідніми реченнями найменша. Останнє правило є запасним і спрацьовує лише на блоках, що перевищили власний бюджет.

Складність одного проходу є лінійною за обсягом документа, а індексування не потребує жодного звернення до моделі генерації.

2.3 Показники оцінювання та методика

Задачу сегментації розглядають як двокритеріальну: першим критерієм є повнота пошуку на глибині k , другим — середній обсяг контексту, поданого моделі. Критерії суперечливі, оскільки збільшення довжини фрагментів підвищує повноту і водночас збільшує обсяг контексту, тому впорядкування способів за одним показником є неповним.

Фрагменти подають моделлю `gemini-embedding-001` [15], спільною для всіх порівнюваних способів; пошук виконують точним перебором. Додатково розглянуто поєднання щільного та лексичного впорядкувань за правилом взаємного оберненого рангу [16] у режимах рівноважного злиття та каскадного переранжування.

На рівні побудови відповіді застосовано дві схеми винесення вердикту: строгу перевірку наявності всіх дослівних ключів і вердикт окремої мовної моделі [17]. Обидві схеми застосовано симетрично до всіх відповідей усіх методів. За обсягу набору 107 запитів одному запитуві відповідає близько 0,93 відсоткового пункту будь-якої з часток, тому парні різниці перевірено точним критерієм Макнемара.

3 РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Порівняно 19 конфігурацій сегментації на кожному корпусі, щоб перевірити, чи виконує запропонований метод заявлену мету: зберегти повноту пошуку, зменшити контекст і підвищити частку правильних відповідей. Показники найпоказовіших конфігурацій на корпусі довідкових документів наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Повнота пошуку та обсяг контексту на корпусі довідкових документів (107 запитів)

Конфігурація	R@1	R@3	Контекст@3, символів
Запропонована, тісні бюджети	0,832	0,972	1463
Обізнаність про таблиці	0,869	0,972	1594
Ієрархічні заголовки	0,869	0,972	1931

Документ єдиним фрагментом	0,832	0,963	14 984
Рекурсивний поділ, 1500 символів	0,794	0,953	3560
Поділ за заголовками розмітки	0,757	0,944	1541
Дерево узагальнень	0,748	0,907	2686
За подібністю суміжних речень	0,589	0,794	1237

За метою дослідження вирішальним є не окремий показник, а їхнє поєднання. Подання документа єдиним фрагментом не є верхньою межею якості: запропонований метод зберігає повноту 0,972 проти 0,963 за обсягу контексту, меншого у 10,2 раза. Відносно найкращого промислового засобу повнота становить 0,972 проти 0,953 за контексту, меншого у 2,4 раза. За парним критерієм різниці повноти статистично не встановлені ($p = 1,000$ і $p = 0,375$), отже правомірним є висновок про досягнення мети на цьому корпусі: досяжна повнота збережена, а обсяг контексту зменшено багатократно. Метод при цьому не є безвідмовним: на глибині три потрібне твердження відсутнє у трьох зі 107 запитів, тобто приблизно у 2,8 % випадків.

Сегментація за подібністю суміжних речень без урахування розмітки дає найгірший результат серед усіх порівняних конфігурацій — 0,794, що узгоджується з висновком праці [10]. Дерево узагальнень [12] дає 0,907: для точкового пошуку конкретного значення узагальнення розмиває подробицю, а вузли-реферати витісняють із перших позицій той листок, де значення наведено дослівно.

Поєднання зі стандартним пошуком перевірено окремо. Рівноважне злиття рангів погіршило результат кожної з трьох конфігурацій, повнота яких уже сягала 0,972, до 0,935–0,944, тоді як для слабшої конфігурації рекурсивного поділу воно дало приріст з 0,953 до 0,963. Каскадне переранжування підняло повноту до 0,991 за практично незмінного обсягу контексту.

3.1 Внесок складників методу

Сусідні конфігурації таблиці 2 різняться кількома ознаками водночас, тому для трьох складників виконано абляції, у кожній з яких змінено рівно одну ознаку за незмінних решти. Результати наведено в таблиці 3 і на рисунку 2.

Таблиця 3

Абляції складників методу (корпус довідкових документів, 107 запитів)

Конфігурація	R@1	R@3	Контекст@3
Повна конфігурація	0,832	0,972	1463
Без семантичної точки розрізу	0,832	0,972	1463
Без адаптивного бюджету	0,869	0,972	1568
Без ланцюжка заголовків	0,729	0,888	1239

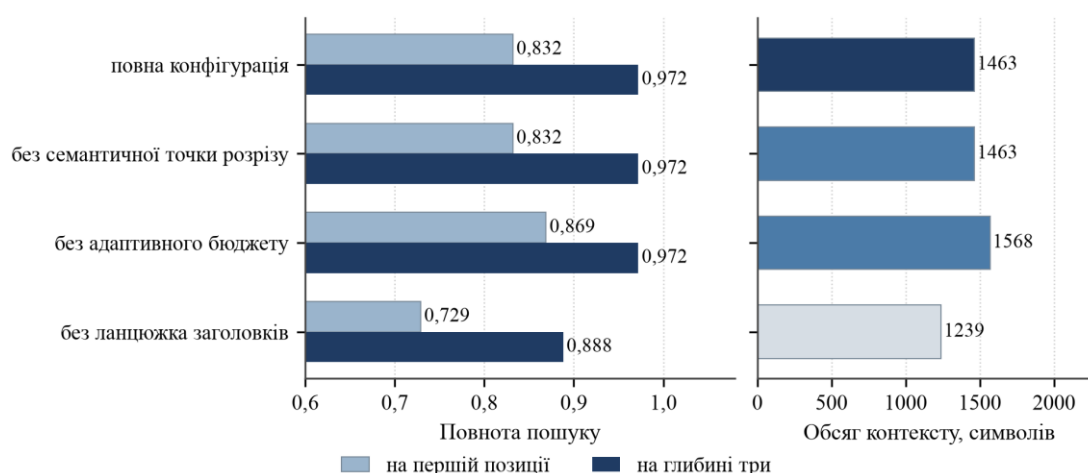


Рис. 2. Вплив вилучення окремих складників методу на повноту пошуку та обсяг контексту

Джерело рисунка: побудовано автором за результатами експерименту

Вилучення семантичної точки розрізу не змінює показників. Причину встановлено прямим підрахунком: власний бюджет перевищують чотири абзаци з 483 на першому корпусі та жодного з 1909 на другому, і в жодному з них множина припустимих точок розрізу не містить більш ніж одного елемента, тому запасне правило не встигає спрацювати. Це не спростовує семантичний складник методу загалом: на корпусах із вираженою розміткою межу задає структура, а семантичне навантаження несе ланцюжок заголовків. Чиста сегментація за подібністю речень без структури лишається найгіршою, що узгоджується з працею [10].

Зрівняння бюджету насиченого блока з бюджетом суцільного тексту не змінює повноти на глибині три і збільшує обсяг контексту на 6,7 %. Отже, адаптивний бюджет виконує саме ту частину мети, яка стосується зменшення контексту: фрагмент лишається достатнім для пошуку, але не роздувається на таблицях і коротких фактах.

Вилучення ланцюжка заголовків за цілком незмінних меж фрагментів дає найбільший і єдиний статистично встановлений ефект: повнота на першій позиції спадає з 0,832 до 0,729, на глибині три — з 0,972 до 0,888 (розбіжні спрацювання 15 : 4 і 10 : 1, $p = 0,019$ і $p = 0,012$). Обсяг контексту при цьому зменшується лише на 15 %, тобто ланцюжок купує 8,4 відсоткового пункту повноти ціною 224 символів на запит. Саме цей складник забезпечує семантичну самодостатність фрагмента після структурного поділу.

3.2 Побудова відповіді та перевірка на другому корпусі

Для трьох конфігурацій побудовано справжні відповіді мовної моделі на всіх 107 запитаннях кожного корпусу. Результати наведено в таблиці 4.

Таблиця 4

Влучність відповіді на обох корпусах за двома схемами винесення вердикту

Конфігурація	Довідкові: строга / суддя	Документація: строга / суддя
Запропонована з каскадом	89,7 % / 97,2 %	75,7 % / 90,7 %
Рекурсивний поділ, 1500	82,2 % / 93,5 %	73,8 % / 89,7 %
Дерево узагальнень	79,4 % / 90,7 %	78,5 % / 93,5 %

На корпусі довідкових документів, для якого метод і призначено, перевага запропонованої сегментації є статистично встановленою за обома зовнішніми методами винесення вердикту: розбіжні спрацювання 8 : 0 проти рекурсивного поділу ($p = 0,008$) і 13 : 2 проти дерева узагальнень ($p = 0,007$); промислового засобу метод не програв жодного запитання зі 107. Водночас навіть тут метод не дає правильної відповіді завжди: за строгої перевірки ключів помилка лишається у 11 зі 107 запитів (10,3 %), за вердиктом судді — у трьох (2,8 %).

На корпусі технічної документації той самий набір параметрів уже не працює як універсальний. Зі значеннями першого корпусу метод посідає дванадцять місце з дев'ятнадцяти за повнотою на глибині три (0,869): носієм твердження тут є блок програмного коду, а розмітка дробить текст на секції, менші за самодостатнє твердження. Після калібрування — ширших бюджетів, окремого бюджету блока коду та злиття коротких секцій — повнота зростає до 0,944 на глибині три і 0,850 на першій позиції проти 0,832 у дерева узагальнень у тому самому режимі пошуку, причому без жодного звернення до мовної моделі на індексування проти 73 у зовнішнього методу. На рівні побудови відповіді різниці між трьома методами вже статистично не встановлені ($p = 0,375$ і $p = 0,754$): метод виходить на рівень сильних зовнішніх засобів, але не перевершує їх.

Отже, метод працює, проте не в усіх випадках і не на будь-якому корпусі без настройки. Визначальним чинником є відповідність середньої довжини фрагмента розмірові самодостатнього твердження: близько 500 символів для довідкових сторінок і близько 1000 для документації з кодом. Перед упровадженням на зібранні іншого жанру параметри варто калібрувати на невеликому розміченому наборі запитів.

ВИСНОВКИ

Побудовано метод адаптивної структурно-семантичної сегментації текстових документів для систем генерації, доповненої пошуком. Межі фрагмента визначає тип структурного блока розмітки, гранична довжина обчислюється для кожного блока окремо за часткою цифрових символів, а семантичний контекст відновлюється повним ланцюжком заголовків. Мета дослідження на корпусі довідкових документів досягнута: обсяг контексту зменшено у 10,2 раза відносно подання документа єдиним фрагментом і у 2,4 раза відносно найкращого промислового засобу, повнота пошуку на глибині три

збережена (0,972 проти 0,963 і 0,953), а частка правильних відповідей підвищена до 89,7 % і 97,2 % за двома схемами вердикту проти 82,2 % / 93,5 % і 79,4 % / 90,7 % у зовнішніх методів; перевага на цьому корпусі статистично встановлена.

Метод працює, але не в 100 % випадків. Навіть на довідкових документах потрібне твердження не потрапляє до трьох перших фрагментів у трьох зі 107 запитів; із каскадним переранжуванням повнота зростає до 0,991, тобто лишається один відмовний запит. За строгої перевірки ключів модель дає неправильну або неповну відповідь приблизно в одному запиті з десяти, за вердиктом судді — приблизно в одному з тридцяти. Причини відмов різні: близькість формулювань у кількох документах, короткий факт без достатнього контексту або розрив між знайденим фрагментом і тим, як модель формулює відповідь.

Усередині методу складники мають нерівний, але узгоджений із назвою внесок. Ланцюжок заголовків статистично підтверджено як носій семантичного контексту: без нього повнота на глибині три спадає з 0,972 до 0,888. Адаптивний бюджет дає економію контексту за незмінної повноти і тим виконує вимогу зменшити навантаження на модель. Запасна семантична точка розрізу на обох корпусах майже не спрацьовує, бо структурні блоки вже вміщаються у власний бюджет; на документах із вираженою розміткою вона лишається запобіжником, а не головним правилом межі.

Перенесення на корпус іншого жанру показує другу межу застосовності, а не спростування методу. На технічній документації з блоками коду параметри, дібрані для довідкових сторінок, дають повноту 0,869 і метод поступається сильнішим зовнішнім засобам. Після калібрування бюджетів і правила злиття коротких секцій повнота зростає до 0,944, індексування лишається без звернень до моделі генерації, а на рівні побудови відповіді метод виходить на рівень зовнішніх засобів, не перевершуючи їх статистично. Практичний висновок такий: для формалізованих довідкових зібрань метод доцільно застосовувати як є; для зібрань іншого жанру він придатний після короткого калібрування на розміченому наборі запитів, але універсальної безвідмовності не має. Напрямом подальшої роботи є автоматичний добір параметрів за властивостями корпусу.

Список літератури

1. Кабінет Міністрів України. Завдяки системі е-Консул сервіси МЗС для громадян України за кордоном стануть набагато доступнішими. 2024 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.kmu.gov.ua/news/zavdiaky-systemi-e-konsul-servisy-mzs-dlia-hromadian-ukrainy-za-kordonom-stanut-nabahato-dostupnishymu>

2. Міністерство цифрової трансформації України. Україна встановила світовий рекорд: Дія.АІ визнали першим національним ШІ-асистентом із державних послуг. 2025 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://thedigital.gov.ua/news/progress/ukrayina-vstanovyla-svitovyy-rekord-dii-ai-vyznaly-pershym-natsionalnym-shi-asystentom-iz-derzavnykh-poslugh>

3. Міністерство цифрової трансформації України. АІ у Дії вже обробляє

понад 52 % звернень до служби підтримки. 2025 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://thedigital.gov.ua/news/ai-u-dii-vzhe-obroblyae-ponad-52-zvernenn-do-sluzhbi-pidtrimki-mikhaylo-fedorov-u-kolontsi-dlya-vector>

4. Lyu Y., Li Z., Niu S., Xiong F., Tang B. CRUD-RAG: A Comprehensive Chinese Benchmark for Retrieval-Augmented Generation of Large Language Models. *ACM Transactions on Information Systems*. 2025. Т. 43, № 2. Ст. 41 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://doi.org/10.1145/3701228>

5. Wang X., Wang Z., Gao X., Zhang F., Wu Y. Searching for Best Practices in Retrieval-Augmented Generation. *Proceedings of the 2024 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing*. 2024. С. 17716–17736 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://aclanthology.org/2024.emnlp-main.981/>

6. Liu N. F., Lin K., Hewitt J., Paranjape A., Bevilacqua M. Lost in the Middle: How Language Models Use Long Contexts. *Transactions of the Association for Computational Linguistics*. 2024. Т. 12. С. 157–173 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://doi.org/10.1162/tacl_a_00638

7. Hearst M. A. TextTiling: Segmenting Text into Multi-paragraph Subtopic Passages. *Computational Linguistics*. 1997. Т. 23, № 1. С. 33–64 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://aclanthology.org/J97-1003/>

8. Smith B., Troynikov A. Evaluating Chunking Strategies for Retrieval : технічний звіт. Chroma, 2024 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.trychroma.com/research/evaluating-chunking>

9. Jimeno Yepes A., You Y., Milczek J., Laverde S., Li R. Financial Report Chunking for Effective Retrieval Augmented Generation. *arXiv:2402.05131*. 2024 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://arxiv.org/abs/2402.05131>

10. Qu R., Tu R., Bao F. S. Is Semantic Chunking Worth the Computational Cost? Findings of the Association for Computational Linguistics: NAACL 2025. 2025. С. 2155–2177 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://aclanthology.org/2025.findings-naacl.114/>

11. Duarte A. V., Marques J. D. S., Graça M., Freire M., Li L. LumberChunker: Long-Form Narrative Document Segmentation. *Findings of the Association for Computational Linguistics: EMNLP 2024*. 2024. С. 6473–6486 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://aclanthology.org/2024.findings-emnlp.377/>

12. Sarthi P., Abdullah S., Tuli A., Khanna S., Goldie A. RAPTOR: Recursive Abstractive Processing for Tree-Organized Retrieval. *The Twelfth International Conference on Learning Representations*. 2024 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://arxiv.org/abs/2401.18059>

13. LangChain. RecursiveCharacterTextSplitter : довідник бібліотеки langchain-text-splitters [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://reference.langchain.com/python/langchain-text-splitters/character/RecursiveCharacterTextSplitter>

14. Reuter M., Lingenberg T., Liepiņa R., Lagioia F., Lippi M. Towards Reliable Retrieval in RAG Systems for Large Legal Datasets. *arXiv:2510.06999*. 2025 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://arxiv.org/abs/2510.06999>

15. Lee J., Chen F., Dua S., Cer D., Shanbhogue M. Gemini Embedding:

Generalizable Embeddings from Gemini. arXiv:2503.07891. 2025 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arxiv.org/abs/2503.07891>

16. Cormack G. V., Clarke C. L. A., Buettcher S. Reciprocal Rank Fusion outperforms Condorcet and individual Rank Learning Methods. Proceedings of the 32nd International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval. 2009. С. 758–759 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1145/1571941.1572114>

17. Zheng L., Chiang W.-L., Sheng Y., Zhuang S., Wu Z. Judging LLM-as-a-Judge with MT-Bench and Chatbot Arena. arXiv:2306.05685. 2023 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arxiv.org/abs/2306.05685>

YERLİ ÖZÜNÜİDARƏETMƏNİN SİYASİ NƏZƏRİYYƏLƏRİ

Gahramanova Naila Ramiz

Ph.D., Student
Baku State University

Açar sözlər: Yerli özünüidarəetmə, demokratiya, siyasət, nəzəriyyə, bələdiyyə.

Yerli idarəetmənin siyasi nəzəriyyəsi yerli idarəetmənin təşkili və fəaliyyətinin siyasi aspektlərinə diqqət yetirir. Bu nəzəriyyənin inkişafına R. Qeynst, Q. Jellinek kimi alimlər mühüm töhfələr vermişlər.

Onun əsas müddəalarına aşağıdakılar daxildir:

- Demokratik prinsip: Siyasi nəzəriyyə yerli idarəetmədə demokratik prinsiplərin, o cümlədən seçkilərin, vətəndaşların qərarların qəbulu proseslərində iştirakının, yerli özünüidarəetmə orqanlarının fəaliyyətində aşkarlığın və şəffaflığın təmin edilməsinin vacibliyini vurğulayır [1, 181-182].

- Nümayəndəlik və iştirak: Siyasi nəzəriyyə yerli idarəetmədə vətəndaşların təmsilçiliyinin vacibliyini və onların ictimai dinləmələr, referendumlar və s. kimi müxtəlif iştirak formaları vasitəsilə qərar qəbul etmə proseslərində fəal iştirakını vurğulayır.

- Hakimiyyətin lokallaşdırılması: Siyasi nəzəriyyənin mühüm aspekti hakimiyyətin lokallaşdırılmasıdır, yəni yerli məsələlərlə bağlı qərarların mərkəzləşdirilmiş və ya regional strukturlar tərəfindən deyil, yerli hakimiyyət orqanları tərəfindən qəbul edilməsi prinsipidir.

- Siyasi məsuliyyət: Siyasi nəzəriyyə yerli hökumətlərin öz hərəkətləri və qərarlarına görə vətəndaşlar və cəmiyyət qarşısında siyasi məsuliyyəti ideyasını dəstəkləyir.

- Yerli kimlik və mədəniyyət: Siyasi nəzəriyyə siyasi proseslərin və yerli idarəetmə institutlarının formalaşmasında yerli kimliyin, mədəniyyətin və ənənələrin əhəmiyyətini nəzərə alır [2, 75].

Yerli idarəetmənin siyasi nəzəriyyəsi effektiv yerli idarəetmənin əsas elementləri kimi demokratik prosesləri, vətəndaşların iştirakını və hakimiyyətin lokallaşdırılmasını vurğulayır. Bu nəzəriyyələr, yerli özünüidarəetmə orqanlarının təşkili və fəaliyyəti ilə bağlı əsas siyasi prinsip və ideyalara aiddir. Yerli hökumətin siyasi nəzəriyyələrinin xüsusi ardıcılılarından bəhs etmək çətindir. Çünki siyasi nəzəriyyələr geniş şəkildə şərh olunur, konkret şəraitdən və kontekstdən asılı olaraq müxtəlif tərəfdarları cəlb edir. Bununla belə, bəzi nəzəriyyələrin müxtəlif ölkələrdə və cəmiyyətlərdə müəyyən ardıcılıqları və ya tərəfdarları vardır.

Liberalizm ardıcılıqları, fərdi azadlıq, vətəndaş hüquqları və məhdud hökumət ideyalarını dəstəkləyirlər. Bura yerli səviyyədə hüquq və azadlıqlara hörməti dəstəkləyən liberal demokratik partiyaların nümayəndələri və vətəndaş cəmiyyəti xadimləri daxil ola bilər. Kommunitarizm tərəfdarları, güclü icma dəyərlərini və

vətəndaşların şəxsiyyətinin formalaşmasında yerli icmanın rolunu fəal şəkildə dəstəkləyirlər. Populizm ardıcılıqları, ümumi kütlələrə diqqət yetirir və çox vaxt elitəni tənqid edirlər. Yerli səviyyədəki populistlər yerli qərarların qəbulunda sadə vətəndaşların təsirinin artırılmasını tələb edirlər. Federalizm tərəfdarları, mərkəz və bölgələr arasında hakimiyyətin bərabər bölüşdürülməsi ideyasını müdafiə edirlər. Ekoloji yanaşma tərəfdarları, davamlı inkişafı, ətraf mühitin mühafizəsini və təbii ehtiyatlardan məsuliyyətli istifadəni fəal şəkildə dəstəkləyirlər [3, 13].

Yerli idarəetmə ilə bağlı bəzi siyasi nəzəriyyələr bunlardır:

- Liberal nəzəriyyələr vətəndaşların hüquq və azadlıqlarının qorunmasını, habelə qərarların qəbulunda şəffaflıq və ədalətliliyi vurğulayır. Yerli idarəetmə kontekstində liberalizm qərarların qəbul edilməsində vətəndaş iştirakını, eləcə də yerli səviyyədə fərdi hüquq və azadlıqların təminatlarını dəstəkləyir.

- Kommunitar nəzəriyyələr icma və sosial dəyərlərin rolunu vurğulayır. Burada vacib olan yerli icmaların güclənməsi və ictimai kimliyin formalaşmasıdır. Yerli idarəetmədə kommunitarizm, vətəndaşların öz icmalarının inkişafı və saxlanması iştirakını dəstəkləyir.

- Populist nəzəriyyələr tez-tez adi vətəndaşların elitalara qarşı mübarizədə rolunu vurğulayır. Siyasi qərarların qəbulunda xalqın rolunun gücləndirilməsinə əhəmiyyət verir. Yerli hökumət kontekstində populizm, seçilmiş nümayəndələr və əhali arasında sıx qarşılıqlı əlaqəni, habelə yerli maraqların vurğulanmasını dəstəkləyir.

- Federalist nəzəriyyələr, güclərin mərkəz və bölgələr arasında bölüşdürülməsini dəstəkləyir. Bura yerli idarəetmə səviyyələri üçün müəyyən miqdarda muxtariyyətin saxlanması daxildir. Yerli idarəetmə kontekstində federalizm yerli əcnəbilərə və şəraitə hörmət, səlahiyyətlərin və resursların yerli səviyyəyə ötürülməsi deməkdir.

- Ekoloji nəzəriyyələr, davamlı inkişafı və ətraf mühitə hörməti vurğulayır. Ekoloji cəhətdən məsuliyyətli təcrübələri dəstəkləyir. Yerli hökumətdə ekoloji yanaşma, ekoloji cəhətdən davamlı yerli proqramların və infrastrukturun işlənilib hazırlanmasını və dəstəklənməsini əhatə edir [3,13-14].

Bu siyasi nəzəriyyələr cəmiyyətin konkret şərtlərindən və məqsədlərindən asılı olaraq, yerli idarəetmə kontekstində qarşılıqlı təsir göstərə və bir-birinə nüfuz edə bilər.

References

1. Collins P.H. The difference that power makes: Intersectionality and participatory democracy / P.H. Collins // The palgrave handbook of intersectionality in public policy. - Palgrave Macmillan, 2019. P. 181-182
2. Sharpe, L. J. Theories and Values of Local Government. Political Studies, 2: 1970, pp. 153-174
3. Habermas, J. Between Facts and Norms: Contributions to a Discourse Theory of Law and Democracy / J. Habermas. - The MIT Press, 1996. - 631 p.

YERLİ ÖZÜNÜİDARƏETMƏ ORQANLARININ DAYANIQLI İNKİŞAFININ BƏZİ ASPEKTLƏRİ.

Gahramanova Naila Ramiz

Ph.d., student
Baku state university

“Dayanıqlı inkişaf” termini BMT-nin Ümumdünya Ətraf Mühit Komissiyasının “Bizim Ümumi Gələcəyimiz” adlı hesabatının dərcindən sonra tətbiq edilmişdir ki, bu da “təbii ehtiyatların tükənməsi olmadan həyata keçirilən iqtisadi inkişafdır”. [1]

BMT-nin Ətraf Mühit və İnkişaf haqqında Bəyannaməsi dövlətlər, cəmiyyətin əsas sektorları və insanlar arasında əməkdaşlığın yeni səviyyələrini yaratmaqla yeni, bərabərhüquqlu qlobal tərəfdaşlığın yaradılması məqsədini [2] müəyyən edir və onun əldə edilməsinin əsaslandığı prinsipləri sadalayır. Bəyannamənin birinci prinsipində deyilir: Dayanıqlı inkişafa nail olmaq səylərinin əsasını insanlara qayğı təşkil edir. Onların təbiətlə harmoniyada sağlam və məhsuldar yaşamaq hüququ var [2].

Davamlı inkişaf strategiyası sosial-iqtisadi sistemin müxtəlif səviyyələrinin mövcudluğunu nəzərdə tutur, onların hər biri üçün müvafiq məqsədlər müəyyən edilir və həyata keçirilməsi mexanizmləri hazırlanır. Əksər tədqiqatçılar qlobal, dövlət, regional və yerli səviyyələri fərqləndirirlər. Yerli səviyyədə dayanıqlılıq məsələlərini nəzərdən keçirərkən, yerli özünüidarə ilə bağlı olan bələdiyyə ərazilərini, şəhər və kənd yaşayış məntəqələrini nəzərdə tutulur.

Yerli özünüidarənin davamlılığı onun inkişafını və fəaliyyətini qorumaq qabiliyyətidir və uzunmüddətli perspektivdə özünüdəstəyə, özünütənzimləməyə, dinamik tarazlığın təmin edilməsinə, genişlənmiş, innovativ təkrar istehsal üçün iqtisadi agentləri həvəsləndirməyə, rəqabət qabiliyyətinin artırılmasına əsaslanmalıdır. Və nəticədə gələcək nəsillərin maraqlarını nəzərə almaqla əhalinin həyat keyfiyyətinin ardıcıl olaraq yaxşılaşdırılması üçün fəaliyyət göstərməlidir. Dövlətin davamlı inkişafı üçün regionların və bələdiyyələrin davamlı inkişafı lazımdır. XX əsrin 90-cı illərinin ortalarında Ümummilli lider Heydər Əliyevin rəhbərliyi ilə ölkəmizin davamlı inkişaf yoluna keçməsi üçün bir çox zəruri tədbirlər həyata keçirilmişdir. Ulu öndər Heydər Əliyev BMT İnkişaf Proqramının tövsiyələrinə əsaslanaraq BMT-nin Rio-de Janeyro konfransında (1992), Minilliyin Forumunda (2000), Yohannesburq Sammitində (2002) davamlı inkişaf ilə bağlı qəbul edilmiş beynəlxalq sənədlərdən irəli gələn öhdəliklərin yerinə yetirilməsi məqsədi ilə ölkəmizin inkişafı naminə bu istiqamətdə bir çox mühüm qərarlar qəbul etmişdir. Ulu öndərin siyasətinin uğurlu davamçısı Prezident İlham Əliyev dayanıqlı inkişaf mövzusunda müxtəlif qərarlar qəbul etmişdir. Ən son 22 iyul 2022-ci ildə Prezident İlham Əliyevin sərəncamı ilə “Azərbaycan Respublikasının 2022–2026-cı illərdə sosial-iqtisadi inkişaf Strategiyası” təsdiq olunmuşdur.

Ölkədə həyata keçirilən sosial-iqtisadi inkişaf modelinin başlıca nəticələri Azərbaycanın ərazi bütövlüyünün bərpası, beynəlxalq nüfuzunun artırılması, ölkənin iqtisadi potensialının gücləndirilməsi və əhalinin sosial rifah vəziyyətinin əhəmiyyətli yüksəldilməsi olmuşdur. Bu model ölkədə ictimai-siyasi sabitliyi daha da

gücləndirməklə dayanıqlı iqtisadi artım, yüksələn sosial rifah və davamlı sabitlik üçün zəmin yaratmışdır. İqtisadiyyatda neft gəlirlərindən sosial-iqtisadi məqsədlərə effektiv istifadə etməklə gələcək inkişaf üçün şaxələnmə və ixrac potensialı yaradılmışdır. Bütün bu nəticələrin əldə olunmasında dövlətin səmərəli idarəetməsi həlledici rol oynamışdır. Növbəti strateji dövrdə Qüdrətli dövlət və yüksək rifah cəmiyyəti”nə çevrilmək üçün mövcud sosial-iqtisadi modelin məzmunu və strukturu əhəmiyyətli dərəcədə yenilənəcəkdir. Bu əsasda qəbul edilmiş “Azərbaycan 2030: sosial-iqtisadi inkişafa dair Milli Prioritetlər” [4] müasir inkişaf ideologiyasına əsaslanan yeni sosial-iqtisadi artım modelinin bazasında həyata keçiriləcəkdir. Bu model ölkənin bütün resurslarını və nailiyyətlərini səfərbər etməklə, onları uzunmüddətli dövrdə qarşıya qoyulan strateji vəzifələrin reallaşmasına yönəldəcəkdir. Yeni sosial-iqtisadi inkişaf modeli 2030-cu ilədək olan dövrdə ölkədə bütün sahələrdə həyata keçirilməsi nəzərdə tutulan köklü islahatların ideologiyasını təmin edir. İdeologiyanın nüvəsində yaradıcı sahibkar, məhsuldar investisiyalar, innovasiyaları dəstəkləyən əqli mülkiyyətin inkişafı və rəqabətli bazarlar durur.

Dövlətin bu məqsədə çatmasında yerli özünüidarəetmənin də böyük rolu var. Mərkəzlə regionlar arasında maraqların uzlaşması yerli özünüidarənin davamlılığının şərtidir. Bu gün regionların iqtisadi potensialının özünü təmin etmək qabiliyyətinin artırılması vacib məsələlərdəndir. İqtisadi artımın inklüziv və dayanıqlı olması üçün kənd və şəhərlər arasında inkişaf balansı gözlənilir. Kəndlərdə də, şəhərlərdəki kimi, müasir sosial-iqtisadi infrastrukturun vacib elementləri olan təhsil ocaqları, tibb müəssisələri, mədəniyyət evləri, mühüm kommunal və inkişaf xidmətləri rəqəmsal texnologiyalar əsasında yaradılır. Bütün bunlar şəhər və kənd arasında həyat standartlarında fərqi əhəmiyyətli dərəcədə azaldır. Kəndlərin planlanması və əhalinin məskunlaşması zamanı regionun iqtisadi dəyər zəncirində mövcud və potensial rolu nəzərə alınır. “Azərbaycan Respublikasının 2022–2026-cı illərdə sosial-iqtisadi inkişaf Strategiyası” [3] yerli özünüidarəetmənin davamlı inkişafına mane olan bir sıra problemlərin aradan qaldırılmasına birbaşa təkan olacaqdır. Yerli özünüidarənin davamlı sosial-iqtisadi inkişafının formalaşdırılmasının mühüm elementi yerli ictimaiyyət tərəfindən tələb olunan mal və xidmətlər istehsal etməyə qadir olan kiçik və orta biznesin inkişafıdır.

Dövlət başçısının 2022-ci il 4 aprel tarixli Sərəncamı ilə təsdiq edilmiş “Korrupsiyaya qarşı mübarizənin gücləndirilməsinə dair 2022–2026-cı illər üçün Milli Fəaliyyət Planı”-nında aidiyyəti tapşırıqların icrasında bələdiyyələrin rolunun artırılmasında vacib əhəmiyyət kəsb edir. Yerli özünüidarəetmədə innovativ iş üsullarının tətbiqi, korrupsiyaya qarşı mübarizə tədbirlərinin gücləndirilməsi, bələdiyyələrə ictimai etimadın, həmçinin yerli büdcələrin əsas gəlir mənbələrindən olan yerli vergi və ödənişlərin ödənilməsinə diqqətin daha da artırılması və s. kimi məsələlər dayanıqlı inkişaf, şəffaflıq və hesabatlılığın səmərəliliyini artıran amillərdir. Bu istiqamətdə yerli büdcə gəlirlərinin artırılması üçün mövcud potensialdan səmərəli istifadə olunması, büdcə intizamının gücləndirilməsi, yerli büdcədən vəsaitlərin ayrılması, o cümlədən büdcənin icrası barədə hesabatların hazırlanması zamanı qanunvericiliyin tələblərinə ciddi əməl olunması zəruridir. Yerli özünüidarənin davamlı sosial-iqtisadi inkişafına nail olmaq üçün dövlət müxtəlif sahələrdə bir sıra

fəaliyyətlərin həyata keçirilməsini, vətəndaş cəmiyyətinin inkişafını, yerli özünüidarəetmə orqanlarının qarşısında duran vəzifələrin əhali tərəfindən yüksək səviyyədə dərk edilməsini və yerli özünüidarəetmə orqanlarının qarşısında duran vəzifələrin yüksək səviyyədə başa düşülməsini tələb edir. Dövlətin dayanıqlı inkişaf məqsədlərinə çatması üçün yerli özünüidarəetmənin mahiyyətinə uyğun olaraq yerli əhali ilə sıx təmasların, bələdiyyələrin fəaliyyəti barədə əhalinin mütəmadi məlumatlandırılmasının əhəmiyyəti və s. məsələlərə də üçün üstünlük verilməlidir.

References

1. World Commission on Environment and Development. Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development. United Nations, 1987. <https://sdgs.un.org/sites/default/files/documents/5987our-common-future.pdf>.
2. United Nations. Rio Declaration on Environment and Development. Rio de Janeiro, 1992. <https://sdgs.un.org/publications>.
3. President of the Republic of Azerbaijan. Order No. 3378 dated July 22, 2022, on the approval of the Strategy for the Socio-Economic Development of the Republic of Azerbaijan for 2022–2026. Baku, 2022. <https://e-qanun.az/framework/50013>.
4. President of the Republic of Azerbaijan. Order No. 2469 dated February 2, 2021, on the approval of Azerbaijan 2030: National Priorities for Socio-Economic Development. Baku, 2021. <https://e-qanun.az/framework/50014>

МІЖНАРОДНІ СТАНДАРТИ СОЦІАЛЬНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МОЛОДІ

Кадикало Оксана Ігорівна

кандидат юридичних наук, доцент

доцент кафедри соціального забезпечення та управління персоналом
Львівського національного університету імені Івана Франка, Україна

Міжнародні стандарти соціального забезпечення молоді формуються на основі загальновизнаних принципів прав людини та спрямовані на створення належних умов для соціального, економічного, освітнього та професійного розвитку молодих людей. Особливе значення мають гарантії права на соціальне забезпечення, освіту, працю, охорону здоров'я, достатній життєвий рівень, житло та участь у суспільному житті. Сучасні міжнародні підходи розглядають молодь не лише як отримувача соціальної допомоги, а і як активного учасника суспільних та економічних процесів [1]. Основоположним міжнародним документом у сфері соціальних прав є Загальна декларація прав людини 1948 року. Вона закріплює право кожної людини на соціальне забезпечення, працю, освіту та достатній життєвий рівень. Зокрема, стаття 22 проголошує право на соціальне забезпечення, а статті 23–26 визначають право на працю, освіту та належний рівень життя. Ці положення мають універсальний характер і поширюються на молодь як складову суспільства.

Подальший розвиток зазначені положення отримали в Міжнародному пакті про економічні, соціальні і культурні права. Документ закріплює право кожної людини на соціальне забезпечення, включаючи соціальне страхування, право на працю та справедливі й сприятливі умови праці, охорону здоров'я, достатній життєвий рівень та освіту [2]. Відповідно до Загального коментаря № 19 Комітету ООН з економічних, соціальних і культурних прав, право на соціальне забезпечення передбачає доступ до відповідних виплат і соціальних послуг та має сприяти захисту людини від соціальних ризиків [3].

Особливе місце у формуванні міжнародних стандартів соціального забезпечення молоді займає Всесвітня програма дій щодо молоді ООН. У ній визначено пріоритетні напрями молодіжної політики, серед яких освіта, зайнятість, боротьба з бідністю та голодом, охорона здоров'я, участь молоді у суспільному житті та прийнятті рішень, а також питання інвалідності, збройних конфліктів та міжпоколінніх відносин [3]. Таким чином, міжнародне розуміння соціального забезпечення молоді має комплексний характер і не обмежується лише матеріальними виплатами.

Важливим принципом міжнародних стандартів є забезпечення рівних можливостей для молодих людей. Соціальна політика має враховувати різноманітність життєвих обставин молоді та забезпечувати недопущення дискримінації. Особливої уваги потребують молоді люди з особливими потребами, безробітна молодь, внутрішньо переміщені особи, молоді люди з

низьким рівнем доходів, ті, хто перебуває у складних життєвих обставинах, а також молодь, яка не навчається, не працює та не проходить професійної підготовки [4].

Важливим компонентом міжнародних стандартів є забезпечення права молоді на працю. Міжнародна організація праці розглядає гідну працю молодих людей як один із ключових напрямів соціальної та економічної політики. Міжнародні трудові стандарти охоплюють питання недискримінації, безпеки праці, справедливих умов зайнятості, професійної орієнтації та професійної підготовки. Для молоді особливого значення набуває створення умов для успішного переходу від освіти до ринку праці. Проблема зайнятості має особливе значення для соціального забезпечення молоді, оскільки перше працевлаштування значною мірою визначає подальші можливості людини щодо економічної самостійності та соціальної інтеграції. Водночас молоді працівники можуть бути більш уразливими до нестабільної зайнятості, низької заробітної плати та недостатнього доступу до соціального захисту. Саме тому міжнародні підходи передбачають поєднання політики зайнятості з професійним навчанням, соціальним захистом та заходами підтримки переходу від освіти до роботи [4].

У цьому контексті важливе значення має Європейський стовп соціальних прав. Він містить 20 принципів, об'єднаних у три основні блоки: рівні можливості та доступ до ринку праці; справедливі умови праці; соціальний захист та соціальна інклюзія. Для молоді особливо важливими є право на якісну освіту, професійне навчання та навчання протягом життя, рівні можливості, активна підтримка працевлаштування, соціальний захист і доступ до основних послуг [7].

Окремим інструментом підтримки молоді в Європейському Союзі є Посилена гарантія для молоді (Reinforced Youth Guarantee). Вона передбачає забезпечення молодим людям віком до 30 років якісної пропозиції роботи, продовження освіти, професійного навчання або стажування протягом чотирьох місяців після втрати роботи або виходу з формальної освіти [8]. Цей механізм демонструє орієнтацію європейської політики на активізацію молоді та її інтеграцію на ринок праці. Важливим є також підхід Ради Європи, закріплений у Європейській соціальній хартії. Вона охоплює широкий спектр соціальних та економічних прав, зокрема право на працю, освіту, охорону здоров'я, соціальне забезпечення, соціальну та медичну допомогу і соціальні послуги [9]. Окремі положення Хартії стосуються професійної орієнтації та професійного навчання, що має безпосереднє значення для молодих людей під час переходу від освіти до зайнятості.

Сучасні міжнародні підходи також передбачають розвиток системи соціальних послуг для молоді. Такі послуги можуть включати соціальне консультування, професійну орієнтацію, психологічну підтримку, допомогу у працевлаштуванні, сприяння здобуттю освіти та професійних навичок, підтримку молодих людей у кризових ситуаціях і допомогу в інтеграції до громади. Важливим є індивідуалізований підхід до визначення потреб конкретної молодої людини та координація різних видів допомоги [11].

Водночас міжнародні стандарти передбачають активну участь молоді у суспільному житті. Молоді люди мають розглядатися не лише як об'єкти соціальної політики, а як її активні учасники. Всесвітня програма дій щодо молоді ООН окремо визначає повну та ефективну участь молоді у житті суспільства і прийнятті рішень як один із пріоритетних напрямів. Це означає необхідність створення механізмів, за допомогою яких молодь може брати участь у формуванні та реалізації молодіжної і соціальної політики. Важливим напрямом міжнародної соціальної політики є також підтримка молодих людей у процесі переходу до самостійного життя. Цей період може супроводжуватися труднощами, пов'язаними із завершенням освіти, пошуком роботи, забезпеченням житлом та формуванням фінансової незалежності. Тому ефективна система соціального забезпечення повинна поєднувати фінансові виплати із соціальними послугами та заходами, спрямованими на формування самостійності молодої людини [7].

На мою думку, ефективна система соціального забезпечення молоді повинна бути комплексною та поєднувати матеріальну підтримку з активними заходами соціальної політики. Особливого значення набувають професійна орієнтація, сприяння працевлаштуванню, підвищення кваліфікації, доступ до освіти, психологічна та соціальна підтримка. Такий підхід дозволяє не лише реагувати на вже наявні соціальні проблеми, а й запобігати їх поглибленню. Важливим є підтримка молодих людей, які перебувають у складних життєвих обставинах. У таких випадках доцільним є поєднання соціальних виплат, соціальних послуг, професійної орієнтації, освітньої підтримки та сприяння зайнятості. Використання механізмів оцінювання потреб та індивідуального супроводу, які застосовуються у міжнародній соціальній роботі, дозволяє зробити допомогу більш адресною [11].

Отже, міжнародні стандарти соціального забезпечення молоді ґрунтуються на принципах соціальної справедливості, рівності, недискримінації, доступності соціальних гарантій, гідної праці, освіти та активної участі молодих людей у суспільному житті. Основною тенденцією сучасної міжнародної практики є перехід від переважно пасивної моделі соціальної допомоги до моделі, орієнтованої на розвиток можливостей молодої людини. Міжнародний досвід ООН, МОП, Ради Європи та Європейського Союзу демонструє, що ефективне соціальне забезпечення молоді має поєднувати соціальний захист із політикою зайнятості, освіти, професійної підготовки та соціальної інклюзії. Особливо важливими є своєчасна підтримка молодої людини під час переходу від освіти до роботи, запобігання бідності та соціальному виключенню, а також забезпечення доступу до соціальних послуг. Такий підхід створює умови для економічної самостійності молоді та її повноцінної інтеграції в суспільство.

Список літератури

1. Загальна декларація прав людини : прийнята і проголошена резолюцією 217 А (III) Генеральної Асамблеї ООН від 10 груд. 1948 р.

URL: <https://www.ohchr.org/en/human-rights/universal-declaration/translations/ukrainian>

2. Міжнародний пакт про економічні, соціальні і культурні права : прийнятий Генеральною Асамблеєю ООН 16 груд. 1966 р.

URL: <https://www.ohchr.org/en/instruments-mechanisms/instruments/international-covenant-economic-social-and-cultural-rights>

3. United Nations. World Programme of Action for Youth. New York : United Nations. URL: <https://www.un.org/development/desa/youth/world-programme-of-action-for-youth.html>

4. International Labour Organization. Guide to international labour standards and rights at work concerning young people. Geneva : ILO, 2017. URL: <https://www.ilo.org/publications/guide-international-labour-standards-and-rights-work-concerning-young>

5. International Labour Organization. International labour standards relevant to work and young persons. Geneva : ILO. URL: <https://www.ilo.org/resource/international-labour-standards-relevant-work-and-young-persons>

6. International Labour Organization. World Social Protection Report 2024–26: Universal social protection for climate action and a just transition. Geneva : ILO, 2024. URL: <https://www.ilo.org/publications/flagship-reports/world-social-protection-report-2024-26-universal-social-protection-climate>

7. European Commission. European Pillar of Social Rights. Brussels : European Commission. URL: https://employment-social-affairs.ec.europa.eu/policies-and-activities/european-pillar-social-rights-building-fairer-and-more-inclusive-european-union_en

8. Council of the European Union. A Bridge to Jobs – Reinforcing the Youth Guarantee : Council Recommendation of 30 October 2020. Brussels : Council of the European Union, 2020. URL: https://employment-social-affairs.ec.europa.eu/policies-and-activities/eu-employment-policies/youth-employment-support/reinforced-youth-guarantee_en

9. Council of Europe. European Social Charter. Strasbourg : Council of Europe. URL: <https://www.coe.int/en/web/european-social-charter>

10. Council of Europe. Employment, vocational guidance and training in the European Social Charter. Strasbourg : Council of Europe. URL: <https://book.coe.int/en/social-charter-monographs/1679-employment-vocational-guidance-and-training-in-the-european-social-charter-social-charter-monographs-no-8.html>

11. Роговська О. О. Зарубіжний досвід соціальної підтримки сімей в складних життєвих обставинах. *Вісник соціального гарантування та фінансів*. URL: https://journals.uran.ua/vsgf_pstu/article/view/333752/322664

12. Кияниця З. П., Петрочко Ж. В. Соціальна робота з вразливими сім'ями та дітьми : посібник у 2 ч. Ч. 1. Сучасні орієнтири та ключові технології. Київ : ОБНОВА КОМПАНІ, 2017. 256 с.
URL: https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/709406/1/%D0%BF%D0%BE%D1%81_%D0%A1%D0%BE%D1%86_%D1%80%D0%BE%D0%B1.pdf

СОЦІАЛЬНА ПРИРОДА ОРГАНІЗАЦІЇ: БАЛАНС ФОРМАЛЬНИХ І НЕФОРМАЛЬНИХ СТРУКТУР У СУЧАСНОМУ УПРАВЛІННІ

Ахметов Ілляс Рустамович

к.е.н., доцент кафедри економіки, управління та бізнес-адміністрування
Житомирський інститут ПрАТ «ВНЗ «МАУП»»

Левківська Лариса Миколаївна

к. е. н., доцент, доцент кафедри економіки, підприємництва і туризму,
Поліський національний університет

Павлюк Назарій Володимирович

здобувач вищої освіти
Житомирський інститут ПрАТ «ВНЗ «МАУП»»

У сучасному суспільстві організації є основною формою координації спільної діяльності людей у сфері економіки, освіти, державного управління та соціальних послуг. Ефективність функціонування будь-якої організації значною мірою залежить не лише від формально визначеної системи управління, а й від характеру міжособистісних взаємин у колективі. У процесі спільної діяльності між працівниками формуються офіційні та неофіційні зв'язки, які впливають на комунікацію, дисципліну, мотивацію та продуктивність праці. Формальна структура забезпечує порядок, розподіл функцій і систему контролю, тоді як неформальна структура створює психологічну підтримку, сприяє обміну інформацією та формуванню довіри між членами колективу. В умовах швидких соціально-економічних змін особливого значення набуває здатність організації поєднувати адміністративні механізми управління з ефективною соціальною взаємодією працівників. Для українських підприємств і установ проблема гармонійної взаємодії формальних та неформальних структур є особливо актуальною в умовах трансформації ринку праці, цифровізації управління та необхідності адаптації до кризових викликів. Саме тому дослідження соціальної природи організації та особливостей взаємодії її формальних і неформальних елементів має важливе теоретичне та практичне значення.

Мета дослідження полягає у визначенні особливостей соціальної природи організації та аналізі взаємодії формальних і неформальних структур у сучасному управлінні.

Об'єктом дослідження є соціальна організація як система взаємодії людей у процесі спільної діяльності.

Предметом дослідження виступають механізми функціонування та взаємодії формальних і неформальних структур в організації.

Завдання дослідження:

1. Дослідити сутність соціальної організації та її основні ознаки.
2. Проаналізувати особливості формальних і неформальних структур організації.
3. Визначити проблеми та перспективи взаємодії формальних і неформальних структур у сучасному управлінні.

Сутність соціальної організації та її основні ознаки

Соціальна організація є однією з базових категорій соціології та теорії управління, оскільки вона відображає спосіб упорядкування спільної діяльності людей [1]. Організація виникає як результат потреби координації дій для досягнення спільної мети. У процесі історичного розвитку суспільства люди поступово переходили від стихійних форм взаємодії до структурованих систем співпраці. Саме це сприяло формуванню сучасних організацій як складних соціальних систем. Організація об'єднує людей, ресурси, правила та управлінські механізми в єдину систему.

Соціальна організація має подвійний характер, оскільки одночасно є управлінською структурою та соціальним середовищем [1, 2, 3]. З одного боку, вона спрямована на досягнення конкретних економічних, виробничих або соціальних результатів. З іншого боку, у межах організації формуються міжособистісні відносини, соціальні ролі та групові норми. Працівники взаємодіють між собою не лише як виконавці посадових обов'язків, а і як члени соціального колективу. Це надає організації ознак живої соціальної системи.

Однією з головних ознак соціальної організації є цілеспрямованість. Будь-яка організація створюється для досягнення певної мети або комплексу цілей. Для підприємства такою метою може бути отримання прибутку, для закладу освіти – надання освітніх послуг, а для державної установи – виконання управлінських функцій. Наявність спільної мети об'єднує учасників організації та визначає характер їхньої діяльності. Без чітко визначеної мети організація втрачає ефективність та здатність до розвитку.

Важливою характеристикою організації є структурованість та розподіл праці. У межах організації існують підрозділи, рівні управління та система підпорядкування. Кожен працівник виконує певні функції відповідно до своєї компетенції та посадових обов'язків. Розподіл праці дозволяє підвищити продуктивність діяльності та забезпечити спеціалізацію працівників. Водночас надмірна бюрократизація структури може ускладнювати процеси комунікації та прийняття рішень.

Ще однією важливою ознакою соціальної організації є наявність системи норм і правил. Організація функціонує на основі формальних документів, внутрішніх регламентів та етичних стандартів поведінки. Водночас у колективі формуються неофіційні правила взаємодії, які часто мають значний вплив на поведінку працівників. Організація також постійно взаємодіє із зовнішнім середовищем, реагуючи на економічні, соціальні та технологічні зміни. Саме здатність до адаптації забезпечує її стабільність та конкурентоспроможність.

Особливості формальних і неформальних структур організації.

Формальна структура організації являє собою офіційно закріплену систему взаємозв'язків між працівниками та підрозділами [3]. Вона визначається нормативними документами, посадовими інструкціями та управлінською ієрархією. Формальна структура забезпечує розподіл функцій, контроль виконання завдань та координацію діяльності організації. Саме завдяки їй організація може функціонувати як цілісна система. Чіткість формальної структури сприяє стабільності управління та передбачуваності діяльності.

Основними елементами формальної структури є ієрархія, система повноважень та розподіл відповідальності [4]. Кожен працівник має визначене місце у структурі організації та виконує конкретні функції. Ієрархічна система дозволяє координувати діяльність великої кількості працівників та забезпечувати управлінський контроль. Формальна структура також визначає канали офіційної комунікації та процедури прийняття рішень. Проте надмірна жорсткість структури може обмежувати ініціативність працівників.

Поряд із формальною структурою в організації існує неформальна структура, яка виникає природним шляхом у процесі міжособистісної взаємодії [3, 4]. Неформальні групи формуються на основі спільних інтересів, симпатій, професійних або особистих контактів. Вони не закріплені офіційними документами, але можуть суттєво впливати на атмосферу в колективі. Неформальна структура сприяє швидкому обміну інформацією та створює систему взаємної підтримки працівників. Часто саме через неформальні зв'язки вирішуються проблеми, які складно подолати формальними методами.

Неформальні групи можуть позитивно впливати на діяльність організації. Вони сприяють формуванню довіри між працівниками, покращують морально-психологічний клімат та підвищують рівень згуртованості колективу [2, 3, 4]. У складних ситуаціях неформальні лідери здатні підтримувати дисципліну та мотивувати працівників до ефективної діяльності. Водночас неформальні структури можуть створювати й певні ризики. Наприклад, вони можуть бути джерелом конфліктів, поширення чуток або опору управлінським змінам.

Взаємодія формальної та неформальної структур є важливою умовою ефективного функціонування організації. Формальна система забезпечує організаційний порядок і контроль, а неформальна – соціальну підтримку та гнучкість комунікації. Ігнорування неформальних процесів може призводити до зниження мотивації працівників та погіршення психологічного клімату. Сучасні підходи до управління передбачають необхідність врахування людського фактора та розвитку партнерських відносин у колективі. Саме баланс між формальними та неформальними структурами створює передумови для стабільної та результативної роботи організації.

Проблеми та перспективи взаємодії формальних і неформальних структур у сучасному управлінні

Однією з основних проблем взаємодії формальних і неформальних структур є виникнення конфліктів між офіційними вимогами та неформальними інтересами працівників [3, 5]. У багатьох організаціях працівники можуть

підтримувати власні неофіційні правила поведінки, які суперечать адміністративним нормам. Це може ускладнювати процес прийняття управлінських рішень та знижувати дисципліну. Особливо гостро такі проблеми проявляються в умовах організаційних змін або реформування системи управління. Конфлікти між формальними та неформальними структурами часто впливають на ефективність діяльності колективу.

Іншою проблемою є недостатня увага керівництва до соціально-психологічних процесів у колективі [6, 7]. Деякі керівники орієнтуються виключно на адміністративні методи управління та недооцінюють роль міжособистісних відносин. У результаті працівники можуть втрачати мотивацію, відчувати психологічне напруження або демонструвати пасивний опір. Відсутність ефективної комунікації між керівництвом і колективом також створює передумови для поширення чуток та недовіри. Саме тому сучасне управління потребує поєднання організаційних та соціально-психологічних підходів.

Важливу роль у забезпеченні ефективної взаємодії структур відіграє організаційна культура [2, 3, 5, 6]. Вона формує систему цінностей, норм поведінки та принципів взаємодії між працівниками. Сильна організаційна культура сприяє згуртованості колективу та зменшує ризик конфліктів між формальними та неформальними групами. Керівництво повинно створювати умови для відкритого спілкування, підтримки ініціативності та розвитку довіри. Це дозволяє поєднати офіційні механізми управління з потребами працівників.

У сучасних умовах цифровізації управління характер взаємодії формальних і неформальних структур поступово змінюється. Використання цифрових платформ, корпоративних мереж та дистанційної роботи створює нові форми комунікації між працівниками. З одного боку, це підвищує швидкість обміну інформацією та ефективність управлінських процесів. З іншого боку, дистанційна взаємодія може послаблювати соціальні зв'язки між членами колективу та ускладнювати формування командної взаємодії. Тому сучасні організації повинні адаптувати методи управління до нових умов праці.

Перспективи розвитку сучасних організацій пов'язані з формуванням людиноцентричних моделей управління. Такі підходи передбачають визнання працівника не лише виконавцем функцій, а й носієм професійного та соціального потенціалу. Ефективне управління вимагає поєднання чіткої організаційної структури з розвитком довіри, партнерства та корпоративної культури. Важливим завданням керівництва є створення умов для гармонійної взаємодії між формальними та неформальними елементами організації. Саме це забезпечує стабільність, адаптивність та конкурентоспроможність організації в умовах сучасних викликів.

Висновки. У результаті дослідження було встановлено, що соціальна організація є складною системою взаємодії людей, яка поєднує управлінські, економічні та соціальні аспекти діяльності. Основними ознаками організації виступають цілеспрямованість, структурованість, розподіл праці, наявність норм і правил, ієрархія та взаємодія із зовнішнім середовищем. Організація

функціонує не лише як формальна система управління, а й як соціальне середовище, у межах якого формуються міжособистісні відносини.

У ході дослідження було проаналізовано особливості формальних і неформальних структур організації. Формальна структура забезпечує порядок, координацію діяльності та систему управлінського контролю, тоді як неформальна структура сприяє комунікації, взаємній підтримці та формуванню сприятливого психологічного клімату. Встановлено, що ефективність діяльності організації значною мірою залежить від збалансованої взаємодії цих структур.

Також було визначено основні проблеми та перспективи взаємодії формальних і неформальних структур у сучасному управлінні. До основних проблем належать конфлікти між офіційними вимогами та неформальними інтересами працівників, недостатня увага до соціально-психологічних процесів і складність адаптації до цифрових змін. Водночас перспективним напрямом розвитку сучасних організацій є впровадження людиноцентричних моделей управління, орієнтованих на партнерство, довіру та розвиток організаційної культури. Саме гармонійне поєднання формальних та неформальних елементів створює передумови для стабільної та ефективної діяльності організації.

Список літератури

1. Баценко Л. М., Галенін Р. В., Ксенофонтова М. М. Теорія організації : навч. посіб. Суми : Мрія, 2016. 362 с.
2. Shevchenko V., Moshenets N., Akhmetov I. et al. Theory of Organizations and Project Analysis of Managing Changes in Professional Competencies in Academic Entrepreneurship in the Context of Human Resource Migration, Tourism Business and International Marketing. Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development. 2026. Vol. 48, No. 1. P. 44–50. DOI: <https://doi.org/10.15544/mts.2026.05>.
3. Гасса́б О. В. Типи організацій та їх особливості. SWorldJournal. 2023. Vol. 19, No. 3. P. 98–102. DOI: <https://doi.org/10.30888/2663-5712.2023-19-03-045>.
4. Білявська Ю. В., Микитенко Н. В. Теорія організації : підручник. Київ : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2019. 424 с.
5. Марченко О. М., Томаневич Л. М. Теорія організації : навч. посіб. Львів : ЛьвДУВС, 2015. 359 с.
6. Монастирський Г. Л. Теорія організації : підручник. 2-ге вид. Тернопіль : ТНЕУ, 2019. 287 с.
7. Петков В. П. Теорія та менеджмент організації : підручник. Львів : Новий Світ-2000, 2015. 488 с.

ЕНЕРГЕТИЧНО-ТЕРМОДИНАМІЧНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ПРОЦЕСІВ ТЕРТЯ ТА ЗНОШУВАННЯ ТРИБОСИСТЕМ БУДІВЕЛЬНИХ МАШИН

Щукін Олександр Вікторович

Кандидат технічних наук, доцент
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Під час аналізу явищ тертя та зношування в трибосполученні механізмів будівельних машин його доцільно трактувати як динамічну дисипативну систему, функціонування якої супроводжується необоротним перетворенням енергії макромеханічного руху та, відповідно, утворенням ентропії. З цієї позиції обґрунтованим є застосування положень нерівноважної термодинаміки, відповідно до яких у процесі переходу термодинамічної системи до стаціонарного стану, за якого її основні параметри набувають сталих значень, швидкість виробництва ентропії прагне до мінімального додатного рівня. Для трибосполучення основними характеристиками, що визначають його функціонування як нерівноважної термодинамічної системи, є сила тертя та інтенсивність зношування контактуючих поверхонь [1].

Згідно з моделлю Л.І. Бершадського [2], трибосистема охоплює активні об'єми матеріалів контактних поверхонь, а також мастильний прошарок, у межах яких відбуваються різноманітні фізичні процеси, що супроводжуються додатним виробництвом ентропії. Тому для встановлення закономірностей зміни параметрів трибосполучення доцільно дослідити характер їх еволюції в процесі наближення системи до стаціонарного режиму. Для цього може бути використане положення теореми І. Пригожина [3], відповідно до якого в процесі наближення нерівноважної системи до стаціонарного стану виробництво ентропії зменшується та наближається до свого мінімального додатного значення.

Загальна зміна ентропії dS визначається як сукупність двох складових: ентропії, що утворюється безпосередньо всередині досліджуваної системи внаслідок незворотних процесів, та ентропії, яка надходить до системи або відводиться від неї внаслідок взаємодії з навколишнім середовищем. Оскільки внутрішнє виробництво ентропії є складовою повної часової зміни ентропії системи, математичний опис цього процесу можна представити у вигляді:

$$\frac{dS}{dt} = \frac{d_i S}{dt} + \frac{d_e S}{dt}$$

$$\text{де } \frac{d_e S}{dt} = \frac{1}{T} \cdot \frac{dQ}{dt} - \text{потік ентропії.}$$

У разі наближення трибосполучення до стаціонарного режиму виконуються відповідні умови, які можна представити у вигляді:

$$\frac{dS}{dt} \approx 0; \quad \frac{d_i S}{dt} = -\frac{d_e S}{dt} \quad \text{або} \quad p_s = -\frac{1}{T} \cdot \frac{dQ}{dt} \quad (1)$$

Застосовуючи перший закон термодинаміки, для досліджуваної системи можна записати:

$$\delta Q = dU - \delta A \quad (2)$$

Для трибосполучення, функціонування якого відбувається за умов гідродинамічного режиму змащування, внутрішня енергія dU визначається, зокрема, зміною температурного стану системи dT та поверхневою енергією, пов'язаною з наявністю дисперсних частинок у робочому зазорі. У загальному випадку ця залежність має вигляд:

$$dU = c \cdot m \cdot dT + \sigma \cdot d(\Omega N), \quad (3)$$

де C – питома теплоємність; m – маса речовини в зазорі трибосполучення; σ – питома поверхнева енергія; Ω – середня площа поверхні окремої частинки у зазорі; N – число частинок у зазорі.

Під час відносного переміщення поверхонь трибосполучення на елементарну відстань dl сила в'язкого тертя виконує роботу dA . Її величина визначається співвідношенням:

$$dA = \eta \cdot \text{grad} \left| \vec{v} \right| \cdot \Delta S \cdot dl \quad (4)$$

де η – коефіцієнт динамічної в'язкості мастила.

Після підстановки співвідношень (3) та (4) у рівняння (2) з урахуванням умови (1) і виконання необхідних математичних перетворень одержуємо залежність, що характеризує швидкість виробництва ентропії в досліджуваній трибосистемі:

$$P_s = \frac{1}{T} \cdot \left[\eta \cdot v \cdot \text{grad} \left| \vec{v} \right| \cdot \Delta S + c \cdot m \cdot \left| \frac{dT}{dt} \right| + \zeta \cdot \sigma \cdot L \cdot \left| 2N \frac{dL}{dt} + L \frac{dN}{dt} \right| \right], \quad (5)$$

де L – середній лінійний розмір частинки забруднень у мастилі; ζ – формфактор.

Аналіз рівняння (5) показує, що зменшення виробництва ентропії, яке безпосередньо пов'язане зі зниженням сил тертя та інтенсивності зношування

трибосполучення механізму будівельної машини, може бути досягнуте шляхом оптимізації основних параметрів його функціонування. Зокрема, необхідним є зниження динамічної в'язкості мастильного середовища, що супроводжується зменшенням температурного градієнта, а також обмеження швидкості відносного руху контактуючих трибоповерхонь. Додатковим чинником є зменшення середньозваженого лінійного розміру L твердих частинок забруднень, присутніх у мастильному середовищі.

Список літератури

1. Glansdorff P., Prigogine I. Thermodynamic Theory of Structure, Stability and Fluctuations. New York : Wiley, 1971. 306 p.
2. Л.И. Бершадский О взаимосвязях структурных механизмов и диссипативных потоков при кинетическом (некулоновском) трении и износе, Трение износ, т.10, №2, сс. 358-364, 1989.
3. Bhushan B. Introduction to Tribology. 2nd ed. Chichester : John Wiley & Sons, 2013. 744 p. DOI: 10.1002/9781118403259.

КОРЕЛЯЦІЙНІ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКИ ПОКАЗНИКІВ КАРДІОРЕСПІРАТОРНОГО МОНІТОРИНГУ СНУ У ДІТЕЙ ІЗ ПАТОЛОГІЄЮ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ В УМОВАХ ВІЙНИ

Бардась Данило Сергійович,

аспірант кафедри педіатрії № 4
Національний медичний університет імені О. О. Богомольця
Київ, Україна

Мітюряєва-Корнійко Інга Олександрівна,

доктор медичних наук, професор, кафедра педіатрії № 4
Національний медичний університет імені О. О. Богомольця
Київ, Україна

Актуальність. порушення дихання під час сну, інтермітентна гіпоксемія та автономна активація розглядаються як потенційно значущі компоненти кардіоваскулярного навантаження у дітей. В умовах тривалого воєнного стресу оцінка взаємозв'язків між антропометричними, респіраторними, оксигенаційними та кардіальними показниками має особливе значення, оскільки ізольована інтерпретація окремих параметрів не відображає цілісного кардіореспіраторного профілю сну [1–4].

Мета дослідження. Визначити кореляційні взаємозв'язки між антропометричними показниками, параметрами порушень дихання під час сну, оксигенацією, автономною активацією та індексом кардіального ризику у дітей із патологією серцево-судинної системи.

Матеріали та методи. Проведено поперечне клініко-інструментальне дослідження 113 дітей віком 7–17 років із патологією серцево-судинної системи, обстежених у 2023–2024 рр. в умовах повномасштабної війни в Україні. Нічний кардіореспіраторний моніторинг виконували із застосуванням SOMNOcheck micro CARDIO. Аналізували індекс маси тіла (ІМТ), індекс апное–гіпопное (АНІ), індекс десатурації кисню (ОДІ), середню та мінімальну SpO_2 , індекс автономних активацій (ААІ), пробудження, пов'язані з підвищеним респіраторним зусиллям (RERA), середню частоту серцевих скорочень та індекс кардіального ризику (СРІ). Кореляційні взаємозв'язки оцінювали за коефіцієнтом рангової кореляції Спірмена. Рівень статистичної значущості приймали за $p < 0,05$ [5,6].

Результати. У загальній когорті встановлено статистично значущі взаємозв'язки між антропометричними, респіраторними, оксигенаційними, автономними та кардіальними показниками. Найтісніший позитивний зв'язок із СРІ виявлено для АНІ ($r_s = 0,51$; $p < 0,001$), а також для ОДІ ($r_s = 0,48$; $p = 0,002$) та

IMT ($r_s=0,39$; $p=0,011$). Середня SpO_2 була обернено пов'язана з CRI ($r_s=-0,44$; $p=0,005$). Мінімальна SpO_2 негативно корелювала з АНІ ($r_s=-0,53$; $p<0,001$).

IMT позитивно корелював з ODI ($r_s=0,42$; $p=0,008$). Виявлено також взаємозв'язки між респіраторними подіями та автономною активацією: ААІ корелював з АНІ ($r_s=0,31$; $p<0,001$) і середньою частотою серцевих скорочень ($r_s=0,47$; $p=0,003$), RERA – з ODI ($r_s=0,36$; $p=0,019$) та ААІ ($r_s=0,35$; $p<0,001$).

Сукупність установлених асоціацій свідчить, що зміни нічного кардіореспіраторного профілю не обмежувалися одним показником. Вищі значення АНІ та ODI поєднувалися з підвищенням CRI, тоді як краща середня оксигенація характеризувалася його нижчими значеннями. Одночасний зв'язок ААІ із АНІ та середньою частотою серцевих скорочень, а також RERA з ODI й ААІ відображав взаємопов'язаність респіраторного та автономного компонентів нічного навантаження.

Таблиця 1.

Статистично значущі кореляційні зв'язки показників кардіореспіраторного моніторингу сну у дітей із патологією серцево-судинної системи ($n=113$)

Кореляційний зв'язок	r_s , Спірмена	p
IMT – ODI	0,42	0,008
IMT – CRI	0,39	0,011
АНІ – CRI	0,51	<0,001
ODI – CRI	0,48	0,002
Середня SpO_2 – CRI	-0,44	0,005
Мінімальна SpO_2 – АНІ	-0,53	<0,001
ААІ – АНІ	0,31	<0,001
ААІ – середня ЧСС	0,47	0,003
RERA – ODI	0,36	0,019
RERA – ААІ	0,35	<0,001

Примітка. r_s – коефіцієнт рангової кореляції Спірмена; АНІ – індекс апное-гіпноное; ODI – індекс десатурації кисню; ААІ – індекс автономних активацій; RERA – пробудження, пов'язані з підвищенням респіраторним зусиллям; CRI – індекс кардіального ризику.

Обговорення. Отримані кореляції формують взаємопов'язаний кардіореспіраторний профіль: більша вираженість респіраторних подій асоціювалася з погіршенням оксигенації, тоді як АНІ та ODI були пов'язані з вищим CRI. Позитивні зв'язки IMT з ODI та CRI вказують на участь антропометричного компонента у формуванні несприятливого нічного профілю. Взаємозв'язки АНІ, RERA та ODI з показниками автономної активації додатково характеризують поєднання респіраторного та вегетативного навантаження. Отримані результати узгоджуються з сучасними уявленнями про взаємозв'язок sleep-disordered breathing, гіпоксемії, автономної дисрегуляції та серцево-судинного ризику в педіатричній популяції [2–4].

Практичне значення отриманих результатів полягає у комплексній інтерпретації даних нічного кардіореспіраторного моніторингу. Оцінювання лише АНІ не охоплює всіх компонентів виявленого профілю; додаткове

врахування ODI, показників SpO₂, RERA та автономної активації дає змогу повніше описати поєднання респіраторних, гіпоксичних і вегетативних змін. Водночас установлені кореляції відображають статистичні асоціації та не доводять причинно-наслідкових зв'язків.

Висновки. У дітей із патологією серцево-судинної системи встановлено статистично значущі взаємозв'язки між IMT, респіраторними подіями під час сну, показниками оксигенації, автономною активацією та CRI. Найбільші за абсолютною величиною кореляції виявлено між мінімальною SpO₂ та АНІ, АНІ та CRI, ODI та CRI, а також ААІ і середньою частотою серцевих скорочень. Комплексна оцінка АНІ, ODI, SpO₂ та показників автономної активації може доповнювати характеристику кардіореспіраторного ризику у дітей із серцево-судинними розладами.

Список літератури

1. Kadir A, Shenoda S, Goldhagen J. Effects of armed conflict on child health and development: a systematic review. *PLoS One*. 2019;14(1):e0210071. doi:10.1371/journal.pone.0210071.
2. Marcus CL, Brooks LJ, Draper KA, Gozal D, Halbower AC, Jones J, et al. Diagnosis and management of childhood obstructive sleep apnea syndrome. *Pediatrics*. 2012;130(3):e714–e755. doi:10.1542/peds.2012-1672.
3. Kaditis AG, Alonso Alvarez ML, Boudewyns A, Abel F, Alexopoulos EI, Ersu R, et al. Obstructive sleep disordered breathing in 2- to 18-year-old children: diagnosis and management. *Eur Respir J*. 2016;47(1):69–94. doi:10.1183/13993003.00385-2015.
4. Baker-Smith CM, Isaiah A, Melendres MC, Mahgerefteh J, Lasso-Pirot A, Mayo S, et al. Sleep-disordered breathing and cardiovascular disease in children and adolescents: a scientific statement from the American Heart Association. *J Am Heart Assoc*. 2021;10(18):e022427. doi:10.1161/JAHA.121.022427.
5. American Academy of Sleep Medicine. The AASM Manual for the Scoring of Sleep and Associated Events: Rules, Terminology and Technical Specifications. Version 3. Darien, IL: AASM; 2023.
6. Bilgin C, Erkorkmaz U, Ucar MK, Akin N, Nalbant A, Annakkaya AN. Use of a portable monitoring device (Somnocheck Micro) for the investigation and diagnosis of obstructive sleep apnoea in comparison with polysomnography. *Pak J Med Sci*. 2016;32(2):471–475. doi:10.12669/pjms.322.9561.

АСОЦІАЦІЯ ХАРЧОВИХ ФАКТОРІВ ІЗ ХРОНІЧНИМИ УСКЛАДНЕННЯМИ ЦУКРОВОГО ДІАБЕТУ 1 ТИПУ У ДІТЕЙ

Одайський Олександр Миколайович,

аспірант кафедри педіатрії № 4

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця

Мітюряєва-Корнійко Інга Олександрівна,

доктор медичних наук, професор, завідувачка кафедри педіатрії № 4

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця

Актуальність. Рациональне харчування є невід'ємною складовою ведення дітей і підлітків із цукровим діабетом 1 типу (ЦД1). Рекомендації ISPAD наголошують на необхідності індивідуалізованого нутритивного менеджменту, спрямованого не лише на оптимізацію глікемічного контролю, а й на підтримання нормального росту, розвитку та зниження довгострокових кардіометаболічних ризиків [1]. Дослідження дітей із ЦД1 показують, що краща прихильність до дієтичних рекомендацій може бути пов'язана з кращим глікемічним контролем [2]. Водночас харчові фактори раннього життя, зокрема грудне вигодовування, переважно досліджувалися у контексті ризику виникнення ЦД1. Об'єднаний аналіз 43 спостережних досліджень виявив слабкі асоціації виключного грудного вигодовування зі зниженням ризику розвитку ЦД1, але автори підкреслили неоднорідність результатів і можливість систематичних похибок [3]. Значно менше відомо про можливий зв'язок анамнезу раннього вигодовування з формуванням хронічних ускладнень у дітей, які вже мають ЦД1.

Мета роботи. Оцінити асоціацію окремих харчових факторів — факту грудного вигодовування, його тривалості та дотримання дієти — з наявністю хронічних системних ускладнень ЦД1 у дітей.

Матеріали та методи. Збір матеріалу проводили у 2025 році в Україні. У повному датасеті було 368 учасників, з яких 105 становили контрольну групу без ЦД1. До цього дослідження включено всіх 263 пацієнтів із ЦД1, наявних у датасеті, незалежно від того, чи були заповнені всі три аналізовані харчові показники. Пацієнтів із ЦД1 розподілено на три взаємовиключні клінічні групи: 29 дітей із вперше виявленим ЦД1, 68 дітей зі сформованим ЦД1 без хронічних системних ускладнень та 166 дітей зі сформованим ЦД1 з ≥ 1 хронічним системним ускладненням. Аналізували факт грудного вигодовування (так/ні), його тривалість у місяцях та дотримання дієти. Оскільки для окремих показників були пропущені відповіді, статистичний аналіз кожної змінної проводили серед учасників із наявними даними саме для відповідного показника; наведені вище 29, 68 і 166 характеризують повний склад трьох клінічних груп, а не кількість

відповідей на окремі запитання. Для категоріальних показників застосовували критерій χ^2 або точний критерій Фішера. Для тривалості грудного вигодовування через ненормальний розподіл застосовували критерій Крaskела–Волліса з подальшими попарними порівняннями за критерієм Данна. Статистично значущими вважали відмінності при $p < 0,05$.

Результати. Сам факт грудного вигодовування не мав статистично значущої асоціації з клінічною групою (χ^2 , $p = 0,1117$). Водночас тривалість грудного вигодовування суттєво відрізнялася між трьома групами: медіана становила 12,0 міс. у дітей із вперше виявленим ЦД1, 12,5 міс. у дітей зі сформованим ЦД1 без хронічних ускладнень та 6,0 міс. у дітей із хронічними ускладненнями ($N = 11,67$; $p = 0,0029$). Попарний аналіз показав відсутність різниці між групою вперше виявленого ЦД1 та групою без хронічних ускладнень ($p > 0,9999$), а також між групою вперше виявленого ЦД1 та групою з хронічними ускладненнями після корекції на множинні порівняння ($p = 0,1903$). Натомість серед дітей зі сформованим ЦД1 тривалість грудного вигодовування була статистично значуще меншою у групі з хронічними ускладненнями порівняно з групою без них: 6,0 проти 12,5 міс. ($p = 0,0039$).

Дотримання дієти серед дітей зі сформованим ЦД1 відзначалося у 55 із 67 (82,1%) пацієнтів без хронічних ускладнень та у 113 із 161 (70,2%) пацієнтів із хронічними ускладненнями. Точний критерій Фішера не підтвердив статистично значущої асоціації ($p = 0,0705$); відношення шансів становило 1,947 (95% ДІ 0,964–3,856). Отже, попри більшу частку дотримання дієти у групі без ускладнень, отриманий результат не дозволяє стверджувати про статистично підтверджений зв'язок. Це узгоджується з тим, що в літературі прихильність до харчових рекомендацій пов'язують насамперед із показниками глікемічного контролю, тоді як її зв'язок із віддаленими ускладненнями є складнішим і залежить від багатьох клінічних та поведінкових чинників [2,4].

Обговорення. Отримані дані демонструють неоднакову інформативність різних харчових характеристик. Бінарний показник факту грудного вигодовування не відрізнявся між групами, тоді як його тривалість була меншою у дітей зі сформованим ЦД1 та хронічними ускладненнями. Водночас наявність статистичної асоціації не доводить причинного або захисного впливу грудного вигодовування. Виявлений зв'язок може залежати від віку, тривалості ЦД1, соціально-демографічних характеристик та інших змішувальних факторів; крім того, анамнестичні дані щодо грудного вигодовування можуть бути чутливими до похибки пригадування. Це особливо важливо з огляду на неоднорідність результатів попередніх спостережних досліджень грудного вигодовування та ЦД1 [3]. Щодо поточної харчової поведінки, попередні роботи показували зв'язок кращої якості раціону та дотримання харчових рекомендацій із показниками глікемічного контролю [2,4], що обґрунтовує подальшу багатофакторну оцінку цього показника у нашій когорті.

Висновки. 1. Серед трьох досліджених харчових характеристик найбільш виразну статистичну асоціацію з наявністю хронічних системних ускладнень ЦД1 продемонструвала тривалість грудного вигодовування: у дітей зі

сформованим ЦД1 та хронічними ускладненнями її медіана була меншою, ніж у дітей без ускладнень (6,0 проти 12,5 міс.; $p=0,0039$). 2. Сам факт грудного вигодовування не був статистично пов'язаний із клінічною групою ($p=0,1117$). 3. Дотримання дієти частіше відзначалося у дітей без хронічних ускладнень, однак статистично значущої асоціації не підтверджено (82,1% проти 70,2%; $p=0,0705$). 4. Виявлена асоціація тривалості грудного вигодовування потребує перевірки у багатофакторному аналізі з урахуванням тривалості ЦД1, віку та інших потенційних змішувальних факторів і не може трактуватися як доказ причинного захисного ефекту.

Список літератури

1. Annan SF, Higgins LA, Jelleryd E, et al. ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2022: Nutritional management in children and adolescents with diabetes. *Pediatr Diabetes*. 2022;23(8):1297–1321. doi: 10.1111/pedi.13429.
2. Mehta SN, Volkening LK, Anderson BJ, et al. Dietary behaviors predict glycemic control in youth with type 1 diabetes. *Diabetes Care*. 2008;31(7):1318–1320. doi: 10.2337/dc07-2435.
3. Cardwell CR, Stene LC, Ludvigsson J, et al. Breast-feeding and childhood-onset type 1 diabetes: a pooled analysis of individual participant data from 43 observational studies. *Diabetes Care*. 2012;35(11):2215–2225. doi: 10.2337/dc12-0438.
4. Nansel TR, Lipsky LM, Liu A. Greater diet quality is associated with more optimal glycemic control in a longitudinal study of youth with type 1 diabetes. *Am J Clin Nutr*. 2016;104(1):81–87. doi: 10.3945/ajcn.115.126136.

АНТРОПОМОРФІЗАЦІЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В АНГЛІЙСЬКІЙ МОВІ

Григорян Надія Вікторівна

кандидат філологічних наук, доцент,
доцент кафедри романо-германської філології та методики викладання
іноземних мов Міжнародний університет, м. Одеса

Рожелюк Ірина Ярославівна

кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри романо-германської філології та методики викладання
іноземних мов Міжнародний університет, м. Одеса

Стрімкий розвиток технологій штучного інтелекту (далі – ШІ) зумовив появу нових способів його мовної репрезентації. В англомовному дискурсі штучний інтелект дедалі частіше описується не лише як технологічна система або програмний інструмент, а як суб'єкт, якому приписуються властивості, здібності та моделі поведінки, традиційно пов'язані з людиною. Така тенденція свідчить про активізацію антропоморфізації як одного з продуктивних способів концептуалізації нової технологічної реальності. Антропоморфізація в мовленні передбачає надання неживим об'єктам або технологічним системам людських характеристик, що в разі ШІ набуває особливого значення, оскільки мовна форма його репрезентації впливає на спосіб концептуалізації та сприйняття цієї технології учасниками комунікації. Сучасні дослідження засвідчують, що антропоморфізація ШІ реалізується через систему взаємопов'язаних мовних засобів, серед яких особливе місце посідають граматична агентність, персоніфікація, ментальні предикати, модальність, засоби ввічливості та діалогічність.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю комплексного аналізу мовних засобів, за допомогою яких ШІ постає в сучасній англійській мові як суб'єкт, наділений рисами людської діяльності та комунікативної поведінки. Особливого значення набуває вивчення не окремих антропоморфних лексем, а системи мовних моделей, що формують образ ШІ як соціального агента.

Проблема антропоморфізації ШІ останніми роками привертає увагу дослідників різних галузей, зокрема лінгвістики, дискурсології та когнітивних студій. В українському мовознавстві безпосередньо цій проблематиці присвячено дослідження Д. Колоди [1], у якому систематизовано мовні механізми антропоморфізації ШІ на матеріалі мовлення великих мовних моделей. Дослідниця виокремлює граматичну агентність, ментальні та матеріальні предикати, модальність, стратегії ввічливості й діалогічність як основні засоби формування сприйняття ШІ як соціального агента.

У зарубіжній лінгвістиці важливим для осмислення цієї проблеми є дослідження Н. Ини, П. Цукерман та Е. Бендер [2], у якому здійснено аналіз

антропоморфізуючої лексики в академічних публікаціях, медійних матеріалах і текстах технологічних компаній. Автори запропонували класифікацію мовних проявів антропоморфізації за вісьмома категоріями, серед яких когнітивні процеси, результати когнітивної діяльності, емоції, комунікація, агентність, людські рольові аналогії, імена та займенники, а також біологічні метафори. Водночас М. Раза та А. Мегджи [3] зосередили увагу на публічному дискурсі соціальних медіа, дослідивши способи персоніфікації та емоціоналізації ІІІ у матеріалах YouTube, присвячених штучному інтелекту та великим мовним моделям. Окремий дискурсивний аспект представлено у праці М. Сіндоні [4], присвяченій персоніфікації та антропоморфізації голосових AI-асистентів. Дослідниця показує, що антропоморфні комунікативні засоби взаємодіють із гендерною репрезентацією та дискурсивними ідеологіями, закладеними в моделі взаємодії користувача з цифровим асистентом.

У сучасній англійській мові антропоморфізація ІІІ виявляється насамперед у виборі мовних засобів, які представляють його не як пасивний технологічний інструмент, а як самотійного учасника дії та комунікації. Особливо показовим у цьому контексті є вживання конструкцій, у яких штучний інтелект виступає граматичним суб'єктом дії: «*AI learns*», «*AI understands*», «*AI decide*», «*AI creates*», «*AI knows*». Формально такі конструкції відповідають нормативним моделям англійського речення, однак семантично вони переносять на технологічну систему характеристики людського суб'єкта. Унаслідок цього ІІІ концептуалізується як агент, що нібито самотійно здійснює інтелектуальну або цілеспрямовану діяльність.

Окремий прояв антропоморфізації становить використання дієслів, пов'язаних із когнітивною діяльністю людини. Лексеми «*think*», «*understand*», «*know*», «*remember*», «*learn*», «*believe*», «*decide*» у традиційному вжитку позначають ментальні процеси або результати інтелектуальної діяльності людини. Їхнє систематичне поєднання з позначеннями штучного інтелекту формує у мовній картині світу уявлення про ІІІ як носія знань і суб'єкта мислення. Саме когнітивна лексика належить до найбільш виразних категорій антропоморфізації, що засвідчено й у сучасному дослідженні англomовного AI-дискурсу.

Не менш важливим є використання лексики на позначення емоційних станів та міжособистісних реакцій. В англomовному дискурсі про ІІІ можна спостерігати конструкції на зразок «*AI is happy*», «*AI is afraid*», «*AI cares*», «*AI wants to help*», у яких технологічній системі приписуються емоції, наміри та ставлення до співрозмовника. Такі мовні моделі виходять за межі нейтрального опису функціональності системи, оскільки створюють образ ІІІ як суб'єкта з внутрішнім психічним станом. У цьому випадку антропоморфізація реалізується не окремою лексемою, а цілою предикативною структурою, де ІІІ займає позицію носія емоції, бажання або наміру.

Показовим є також використання особових займенників та антропонімічних форм. В англійській мові вибір між *it* та *he/she/they* щодо ІІІ може функціонувати як маркер різного ступеня його персоніфікації. Якщо система описується через

it, акцент зберігається на її технологічній природі; натомість використання they або інших персоніфікованих форм посилює сприйняття ШІ як окремого соціального суб'єкта. До подібних засобів належить і надання системам імен, особливо у випадках, коли технологія представлена як співрозмовник або персональний помічник. Займенники та власні імена також виокремлюються в сучасних класифікаціях антропоморфізуючої мови.

Проведений аналіз засвідчує, що антропоморфізація ШІ є продуктивним способом його репрезентації в сучасній англійській мові. Вона реалізується через сукупність мовних засобів, які наділяють технологічну систему рисами людського суб'єкта, зокрема здатністю діяти, мислити, комунікувати, виявляти емоційні стани та вступати у взаємодію з людиною. Особливо показовим є використання мовних моделей, що формують образ ШІ як активного учасника комунікації, а не лише як технічного інструменту.

Отже, антропоморфізація ШІ має не поодинокий, а системний характер і відображає зміни у способах мовної концептуалізації нової технологічної реальності. Її поширення в сучасному англomовному дискурсі засвідчує здатність мови адаптувати наявні засоби номінації та опису людської діяльності до позначення нових типів технологічних об'єктів. Перспективним напрямом подальших досліджень вважаємо розширення фактичного матеріалу та зіставний аналіз антропоморфізації ШІ в різних типах англomовного дискурсу, що дасть змогу встановити специфіку її реалізації залежно від комунікативного середовища.

Список літератури

1. Колода Д. В. Мовні ознаки антропоморфізації ШІ. Лінгвістичні Дослідження № 64. 2026. С. 347-355 (DOI: <https://doi.org/10.34142/23127546.2026.64.26>)
2. Inie N., Zukerman P., Bender, E. M. De-anthropomorphizing “AI”: From wishful mnemonics to accurate nomenclature. First Monday, 31(2). 2026. P. 1-38 (DOI: <https://doi.org/10.5210/fm.v31i2.14366>)
3. Raza M. O., Meghji A. F. Anthropomorphizing AI: A Multi-Label Analysis of Public Discourse on Social Media. Proceedings of the Interdisciplinary Workshop on Observations of Misunderstood, Misguided and Malicious Use of Language Models. 2025. P. 64–73.
4. Sindoni M. G. The feminization of AI-powered voice assistants: Personification, anthropomorphism and discourse ideologies. Discourse, Context & Media. Vol. 62. 2024. P 1-9. (DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.dcm.2024.100833>)

ПРОБЛЕМАТИКА РОЗВИТКУ ІНШОМОВНОЇ МІЖКУЛЬТУРНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ У СФЕРІ ПЕРЕКЛАДУ

Кучма Тетяна Валеріївна,
кандидат філологічних наук
доцент кафедри романо-германської філології
Рівненський державний гуманітарний університет

Сучасне суспільство характеризується численними процесами глобалізації, які відбуваються в усіх сферах суспільного життя: економічній, політичній, соціальній, духовній та культурній. З розвитком світової економіки та глобальним поширенням транснаціональних корпорацій актуальним стало питання якісної підготовки фахівців міжнародного класу. У сучасному світі, де кількість міжкультурних контактів постійно зростає, роль перекладача важко переоцінити.

Науковці, які займаються проблемами навчання перекладу, виділяють як важливу складову професійної компетентності перекладача саме міжкультурну компетентність, використовуючи для її позначення й інші терміни: кроскультурна, (бі-)культурна, етнокультурна, соціокультурна або екстралінгвістична компетенція.

Для успішного виконання своїх професійних посередницьких обов'язків перекладач повинен добре володіти міжкультурною компетентністю. Інакше він стикатиметься з проблемами адекватності та еквівалентності усного й письмового перекладів, а також із виникненням міжкультурних непорозумінь. Формуванням основ міжкультурної компетентності здобувачів освіти потрібно займатися протягом усього періоду навчання у закладі вищої освіти, починаючи з практичного курсу іноземної мови й закінчуючи спеціальними перекладацькими дисциплінами. А вдосконалення міжкультурної компетентності перекладачів має відбуватися в процесі їхньої професійної діяльності.

Міжкультурна комунікація [1, с. 12] – це процес обміну інформацією та взаєморозуміння між особами з різних культур, що включає в себе сприйняття, інтерпретацію та реакцію на поведінку інших. Цей процес виникає, коли існують культурні різниці у мові, значеннях, способах вираження та взаємодії.

Навчити людей спілкуватися (усно та письмово), навчити висловлюватися, творити, а не лише розуміти іноземну мову – це складне завдання, яке ускладнюється ще й тим, що спілкування – це не просто вербальний процес. Його ефективність, окрім знання мови, залежить від безлічі факторів, як-от: умов і культури спілкування, правил етикету, знання невербальних форм вираження (міміки, жестів), наявності глибоких фонових знань тощо.

Під час налагодження комунікації між носіями різних культур, як підкреслює П. Осипов [2, с. 50], цілком імовірним є виникнення певних проблем, пов'язаних

із належністю до різних культур. Проблемами такого роду можуть бути труднощі в розумінні, нерозуміння, наявність окремих упереджень, а в подальшому – відмежування, образа, психічна або соціальна ізоляція. Під час міжкультурної комунікації способи комунікації або функції мовних подій не є ідентичними; існують відмінності в їх реалізації та інтерпретації в певних ситуаціях, наприклад, як-от, вхід до чужого дому, прояв поваги до старших за віком, замовлення напоїв, поведінка в місцях загального користування тощо.

Подолання мовного бар'єру недостатньо для забезпечення ефективності спілкування між представниками різних культур. У ситуації контакту представників різних культур (лінгвокультурних спільнот) мовний бар'єр – не єдина перешкода на шляху до взаєморозуміння.

Національно-специфічні особливості найрізноманітніших компонентів культур-комунікантів (особливості, які уможливають реалізацію цими компонентами етнодиференціувальної функції) можуть ускладнити процес міжкультурного спілкування.

Поняття міжкультурної комунікації та міжкультурної трансференції найбільшою мірою актуалізуються в процесі перекладу.

Розуміння тексту перекладачем передбачає його знання історії, суспільства, інститутів, соціальних умов, релігійних переконань, культурно та ситуативно зумовлених зразків мовленнєвої діяльності та поведінки «вихідної культури», а також обізнаність із синтаксисом і семантикою «вихідного тексту» та їхніми структурами. Кожен переклад створює новий динамічний зв'язок і є міжкультурним перенесенням тексту в тій мірі, в якій він враховує культурно-специфічне зіставлення мови, ситуації та об'єкта, про який йдеться. Факторами, які враховує перекладач, є, з одного боку, об'єктивні суспільні реалії цільової культури, такі як інститути, форми прояву та знакові системи повсякденності, звичаї, соціальні ролі, а з іншого – система, що стосується читацького кола, його досвіду, інтересів, норм поведінки, мотивів, когнітивних та емоційних форм свідомості й переживань тощо.

Однією з головних проблем сучасного перекладознавства є культурна дивергенція (розбіжність). Переклад уже давно не розглядається як просто лінійний заміна слів однієї мови словами іншої. Це насамперед міжкультурний трансфер, де мова є лише інструментом вираження культури. Переклад вимагає не просто знання словника, а глибокої соціокультурної компетентності.

Схожість (або несхожість) перекладу визначається комунікативною ситуацією, в якій перебуває перекладач. Розповідний, спеціальний або рекламний текст вихідної мови залишається таким самим у мові, на яку він перекладається. Про адекватність перекладу можна говорити лише в тій мірі, в якій перекладач має конкретне уявлення про ситуацію перекладу і наскільки він здатний ідентифікувати себе як культурно-діючу особу через це усвідомлення.

У мовному просторі кожної мови представлено велику кількість мовних зворотів, ідіом та крилатих виразів, які не мають відповідників в інших мовах, а їх переклад і тлумачення вимагають від перекладача широкої лінгвістичної

ерудитії, глибоких лінгвокраїнознавчих знань та широкої обізнаності в різних соціально-культурних сферах.

Міжкультурна компетентність студента-філолога – це здатність ефективно здійснювати міжкультурну взаємодію, виступаючи в ролі посередника між представниками своєї та іншої культури, усвідомлюючи себе представником певної етнічної спільноти, нації та всього людства, і сприймаючи ситуацію міжкультурного діалогу як неодмінну умову самореалізації та взаємозбагачення представників різних культур.

Формування комунікативної компетенції перекладачів, як наголошує О. Сергєєва [3, с. 50], передбачає не лише оволодіння відповідною іншомовною технікою спілкування, а й засвоєння позамовної інформації, необхідної для адекватного спілкування та взаєморозуміння. Для цього використовуються різні методики, спрямовані на розвиток здатності мобілізувати систему знань та вмінь, необхідних для декодування та адекватної інтерпретації сенсу мовної та немовної поведінки представників різних культур та орієнтування у соціокультурному контексті конкретної комунікативної ситуації. При цьому головним у навчанні перекладачів іноземної мови стає забезпечення готовності адаптуватися до нових ситуацій та зрозуміти відносини між мовою та культурою, уміння інтерпретувати іншомовні культурні явища.

Список літератури

1. Стратегії міжкультурної та іншомовної комунікації крізь призму лінгводидактичної парадигми : колективна монографія / за наук. ред. М. Сокол. Тернопіль: ТНПУ, 2024. 339 с.
2. Осипов П. І. Міжкультурна комунікація: проблеми і перспективи. *Матеріали міжнародної наукової конференції*. Миколаїв, 2011. С. 48–54. URL: lib.chdu.edu.ua/pdf/zbirniku/7/8
3. Сергєєва О. В. Формування іншомовної комунікативної компетенції майбутніх перекладачів у ЗВО. *Актуальні проблеми філології та перекладознавства*. 2023. Вип. 28. С. 30–33.

РОЛЬ САМОПРЕЗЕНТАЦІЇ У ФОРМУВАННІ ПСИХОЛОГІЧНОГО ІМІДЖУ ПІДПРИЄМЦЯ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Котляр Олександр Олександрович,

кандидат психологічних наук, старший викладач кафедри психології
особистості та соціальних практик, факультету психології та спеціальної освіти,
Київського столичного університету імені Бориса Грінченка

В умовах тривалої соціальної та економічної невизначеності змінюється не лише характер підприємницької діяльності, а й спосіб, у який підприємець представляє себе іншим. Вочевидь, публічна комунікація дедалі частіше стає частиною професійної діяльності: через інтерв'ю, публічні виступи та медійні матеріали в соціальних мережах підприємець розповідає про власні рішення, труднощі, цінності та ставлення до майбутнього. У результаті формується певний образ підприємця, який існує вже не тільки як уявлення самої людини про себе, а й як соціальне сприйняття її особистості.

У психології самопрезентація розглядається як процес представлення себе в соціальній взаємодії. На думку А. О. Кононенко та О. І. Кононенко самопрезентація пов'язується з підтвердженням образу «Я», підтриманням самооцінки та управління враженням. При цьому самопрезентація може бути як усвідомленою, так і неусвідомленою, а її зміст залежить від ситуації та мотивів особистості [1]. Для підприємця вказана проблема має особливе значення. Його публічний образ формується не лише через результати діяльності або формальні професійні характеристики. У процесі комунікації аудиторія отримує інформацію про те, як людина пояснює власні рішення, ставиться до ризику, реагує на невдачі, говорить про відповідальність, зміни та перспективи. Тому психологічний імідж підприємця доцільно розглядати як такий образ особистості, у якому поєднуються професійні та особистісні характеристики, доступні соціальному сприйняттю.

У цьому контексті особливої ваги набуває питання про те, який саме образ підприємця конструюється через його публічну самопрезентацію в умовах невизначеності. Зауважимо, за стабільних умов у центрі уваги може перебувати демонстрація професійних досягнень, статусу та результатів діяльності, то в кризовому середовищі особливого значення набуває те, як підприємець пояснює власні рішення, реагує на труднощі та презентує спосіб взаємодії з невизначеністю. Відтак, самопрезентація може розглядатися як один із психологічних механізмів формування публічного образу особистості.

Сучасні дослідження розглядають самопрезентацію як процес регулювання способів представлення себе в соціальній взаємодії. Зокрема, І. Гриник пов'язує самопрезентацію із соціальним сприйманням та формуванням іміджу особистості [2]. Ж. Богдан визначає самопрезентацію як гнучку навичку, що залежить від ситуаційних умов, особливостей аудиторії та поведінкових умінь;

при цьому виокремлює тактичний і стратегічний рівні самопрезентації [3]. У дослідженнях професійного іміджу самопрезентація розглядається як один із механізмів професійного самовираження та управління власним образом [3; 4]. Сучасний підхід до поняття публічного образу також акцентує його соціально-психологічну природу та взаємозв'язок із самопрезентацією, соціальними очікуваннями й цифровою комунікацією [5].

Проведене нами дослідження на основі експертної оцінки та аналізу публічних інтерв'ю українських підприємців, дозволило визначити, які психологічні характеристики підприємця актуалізуються через їхнє публічне представлення в умовах невизначеності.

Емпіричним матеріалом стали публічні інтерв'ю українських підприємців, опубліковані у 2022-2025 роках у медіа та професійних бізнес-виданнях. До аналізу включалися матеріали, у яких підприємці безпосередньо описували власний досвід ведення бізнесу в умовах повномасштабної війни, економічних змін, ризику, втрати ресурсів, необхідності адаптації або зміни стратегії діяльності.

Для аналізу публічних висловлювань застосовано метод тематичного аналізу, що базується на підході В. Браун та В. Кларк [6]. Аналіз передбачав послідовне ознайомлення з матеріалами, виокремлення змістових кодів, їх групування та формування тематичних категорій, які відображають способи публічної самопрезентації підприємців. Одиницею аналізу виступало висловлювання, у якому підприємець характеризує себе, власні рішення, поведінку, ставлення до труднощів або взаємодію з іншими учасниками бізнес-середовища.

Тематичний аналіз показав, що у публічній самопрезентації українських підприємців в умовах невизначеності особливо виразно актуалізуються характеристики, пов'язані не стільки з демонстрацією самого факту успішності, скільки зі способом дії в ситуації нестабільності. У проаналізованих інтерв'ю простежуються п'ять взаємопов'язаних змістових напрямів: суб'єктність і відповідальність за рішення; професійна компетентність; адаптивність і готовність до змін; здатність діяти в умовах ризику та непередбачуваності; відкритість у представленні складного досвіду.

Першим напрямом є **суб'єктність та особиста відповідальність**. Підприємці описують себе передусім як суб'єктів, які продовжують приймати рішення навіть за відсутності гарантованого результату. Аналіз ситуації різкого падіння показників бізнесу на початку повномасштабної війни представлено через необхідність продовжувати діяльність і відновлювати компанію. У цьому випадку публічний образ підприємця конструється через позицію активного суб'єкта, а не пасивного спостерігача обставин.

Другим напрямом є **компетентність, представлена через здатність орієнтуватися в невизначеності**. У висловлюваннях підприємців професійність проявляється не лише через повідомлення про попередні досягнення, а через опис конкретних рішень: пошук нових ринків, залучення інвестицій, зміну бізнес-моделі, автоматизацію, переорієнтацію діяльності. Зокрема, в умовах втрати попередніх інвестицій, евакуації бізнесу, запуску нового проєкту та

пошуку нового інвестора. Отже, компетентність у такій самопрезентації набуває динамічного змісту - здатності використовувати наявні ресурси та знаходити нові рішення за змінених умов.

Третій напрям - **адаптивність і готовність до змін**. У матеріалах інтерв'ю підприємці описують зміну ринків, продуктів, організаційних процесів та способів роботи як закономірну відповідь на зовнішні обставини. В інтерв'ю українських підприємців, які вийшли на нові закордонні ринки, саме здатність перебудовувати діяльність і шукати нові можливості постає важливою частиною їхнього публічного самопредставлення. Таким чином, адаптивність презентується не як абстрактна особистісна риса, а через конкретні дії та зміни у професійній поведінці.

Четвертим напрямом є **готовність діяти за відсутності визначеного результату**. Підприємці відкрито говорять про неможливість довгострокового прогнозування, ризику війни, дефіцит ресурсів і нестабільність ринку. Невизначеність представлена через необхідність одночасно враховувати несприятливі сценарії та продовжувати діяльність. Психологічно значущим тут є поєднання усвідомлення ризику з готовністю діяти. Отже, публічна самопрезентація не обов'язково ґрунтується на демонстрації впевненості у майбутньому; вона може будуватися навколо готовності діяти за умов його непередбачуваності.

П'ятим напрямом виступає **відкритість у представленні складного досвіду**. У проаналізованих матеріалах підприємці не обмежуються повідомленнями про позитивні результати, а розповідають про втрати, помилки, кризові рішення, проблеми з персоналом та необхідність перегляду попередніх стратегій. Такий спосіб самопрезентації дозволяє поєднувати професійну компетентність із визнанням обмеженості контролю над ситуацією. У цьому аспекті публічний образ підприємця формується не через демонстрацію абсолютної успішності, а через представлення способу подолання складного досвіду.

Отже, в умовах невизначеності самопрезентація українського підприємця зміщується від демонстрації професійного статусу до представлення способу дії - прийняття рішень, відповідальності, адаптації, роботи з ризиком і реагування на труднощі. Саме ці характеристики можуть виступати психологічними основами формування його публічного образу. Водночас психологічний імідж є результатом соціального сприймання представлених характеристик, а не безпосереднім відображенням реальної особистості підприємця.

Перспективи подальших досліджень доцільно спрямувати на порівняння самопрезентації підприємців різних сфер діяльності та на вивчення того, як представлені характеристики сприймаються різними аудиторіями.

Список літератури

1. Кононенко А. О., Кононенко О. І. (2017). Самопрезентація як важливий регулятор соціальної поведінки. Наукові записки Національного університету «Острозька академія». Серія «Психологія». 2017. № 5. DOI: [https://doi.org/10.18524/2707-0409.2020.1\(51\).225415](https://doi.org/10.18524/2707-0409.2020.1(51).225415)

2. Гриник І. (2021). Особливості самопрезентації особистості у студентському середовищі. *Проблеми гуманітарних наук. Психологія*. 2021. № 49. С. 51–60. DOI: 10.24919/2312-8437.49.255846.

3. Богдан Ж. Б. (2023). Самопрезентація особистості як гнучка навичка: теоретичне обґрунтування та методика діагностики. *Теорія і практика управління соціальними системами*, № 3. DOI: 10.20998/2078-7782.2023.3.08.

4. Кононець М. О., Єгорова О. С. (2025). Поняття «публічний образ особистості»: теоретичний аналіз. *Організаційна психологія. Економічна психологія*. 2025. № 2(35). С. 107-116. DOI: 10.31108/2.2025.2.35.9.

5. Сторожук Н. (2024). Психологічні особливості формування іміджу сучасного підприємця. *Psychology Travelogs*. 2024. № 2. С. 112-119. DOI: 10.31891/PT-2024-2-11.

6. Braun V., Clarke V. (2021). *Thematic Analysis: A Practical Guide*. London: SAGE Publications, 2021. DOI: 10.58837/CHULA.PPJ.39.8

ПРОБЛЕМНІ АСПЕКТИ ВЗАЄМОДІЇ ОРГАНІВ ПУБЛІЧНОЇ ВЛАДИ ТА ІНСТИТУТІВ ГРОМАДЯНСЬКОГО СУСПІЛЬСТВА У РЕАГУВАННІ НА ГУМАНІТАРНІ ПОТРЕБИ НАСЕЛЕННЯ

Гаврилюк Максим Валерійович

здобувач вищої освіти

Національний університет цивільного захисту України

Хмиров Ігор Михайлович

доктор наук з державного управління, доцент

доцент кафедри управління у сфері цивільного захисту

Національний університет цивільного захисту України

Вавренюк Сергій Анатолійович

доктор наук з державного управління, доцент

доцент кафедри управління у сфері цивільного захисту

Національний університет цивільного захисту України

Ефективна взаємодія органів публічної влади, благодійних та громадських організації забезпечить швидке реагування на гуманітарні потреби населення. Тому актуальним є аналіз проблемних аспектів такої взаємодії й визначення шляхів подолання таких питань. В реаліях сьогодення потреби населення характеризуються динамічною зміною, на які, значною мірою, впливають збройна агресія, вимушене переміщення громадян, пошкодження та знищення інфраструктури. Коли одні потребують невідкладної матеріальної допомоги, іншим необхідно вирішення питань з розміщенням, доступ до соціальних послуг або ж оформлення документів.

Така динамічність впливає на те, що органи публічної влади не завжди своєчасно можуть виявити кожную потребу, інститути громадськості не мають відповідних повноважень та ресурсів для комплексного реагування. Неузгодженість дій може призводити до дублювання функцій, затримок вирішення питань та часткове охоплення людей, що потребують допомоги. Саме тому, дослідження механізмів взаємодії органів публічної влади та громадськості має практичне значення для планування допомоги постраждалим, захист їхніх прав та раціональне використання обмежених ресурсів.

Правову основу даного напрямку складають безпосередньо 19 та 40 статті Конституції України, закони України «Про громадські об'єднання»[1], «Про соціальні послуги»[2], «Про гуманітарну допомогу»[3], «Про благодійну діяльність та благодійні організації»[4]. Дана законодавча база визначає процедури, права й межі відповідальності, проте саме організація спільної взаємодії на рівні громад визначає, як швидко та ефективно людина отримає

необхідну допомогу.

Тому доцільно проаналізувати основні проблемні аспекти, котрі перешкоджають узгодженій роботі органів публічної влади та інститутів громадянського суспільства під час задоволення гуманітарних потреб населення.

Варно виділити наступні проблемні питання, які виникають в сьогоденнішніх реаліях, а саме:

- нечіткість визначення координації та відповідальності за прийняті рішення;
- складність обміну інформацією між виконавцями та неповнота даних;
- перепони між обліком гуманітарних вантажів та результатом для отримувача;
- нерівність доступу до допомоги й слабе представництво вразливих груп;
- нестійкість партнерства, ресурсів й підзвітності.

Щодо першого проблемного аспекту, нечіткість координації полягає в тому, що в кожній громаді паралельно можуть працювати виконавчі органи влади, громадські організації, соціальні служби, волонтери, благодійні фонди. За належної взаємодії частина домогосподарств може отримувати однакову підтримку декілька разів, а малозабезпечені люди залишаються поза увагою. Особливо це наглядно видно під час евакуації населення або ж різкого збільшення кількості звернень. Для рішення даного проблемного напрямку доцільно чітко визначити координатора гуманітарного реагування завдяки рішенням місцевої ради або розпорядження уповноваженого органу. Тим самим можна визначити механізм звернень та контактні точки. Завдяки проведенню спільних нарад з представниками організацій повинні бути визначені конкретні доручення, строки та відповідальні особи.

Другий проблемний аспект полягає в неповноті відображення в офіційних реєстрах фактичних потреб постраждалих, так як по різних причинах не має можливості в людей подати заяву, змінити місце проживання або ж просто скористатися цифровими сервісами. Громадські інститути реагують на такі сигнали, однак передача персональних даних без чіткої мети, належної правової підстави та обмеженість в них доступу створює ризики для прав людей. А якщо відмовитись від такого обміну то взагалі це унеможливило узгодження допомоги. Як спосіб вирішення даної проблеми, запровадження спільної карти потреб за громадами та видами допомоги. Для забезпечення адресного супроводу можна погоджувати мінімальний склад даних, мету, правову підставу, призначати відповідальних осіб й терміни зберігання такої інформації. Застосовувати паперові та телефонні канали звернення і регулярність перевірок таких відомостей на місцях.

Щодо третього проблемного аспекту, то сам факт належного оформлення гуманітарної допомоги, безпосередньо її пропуску та обліку, не завжди відповідає актуальному запиту громади й своєчасній передачі потерпілому населенню. Органи влади не завжди отримують дані про кінцеві результати, а малі організації можуть відчувати додаткове адміністративне навантаження. Різниця між кількістю ввезених та отриманих одиниць товару та кількістю

задоволених потреб особливо помітна, коли допомога не відповідає сезону чи складу домогосподарств. Тому важливо відслідковувати весь ланцюг таких операцій, починаючи від запиту громади, надходження, розподілу та підтвердження про отримання й зворотній зв'язок. Розмежовуючи ці етапи можна виявляти коли і де виникла затримка, або ж під час логістики або під час зберігання чи комунікації. Як варіант необхідно погоджувати з громадами перелік пріоритетних товарів та послуг до часу їх постачання, здійснювати планування останнього етапу доставки.

Четвертий проблемний аспект полягає в нерівності доступу до допомоги. Цифрові канали зручні для частини населення, проте не завжди доступні для літніх людей, осіб з інвалідністю, мешканців віддалених сіл, людей, котрі не мають власного транспорту або належних документів. Громадські організації знають локальні бар'єри, проте не завжди їх залучають до оцінювання доступності соціальних послуг. Проблема доступності також має територіальний вимір, так як є різниця між забезпеченням у великому місті та у віддаленому населеному пункті. Тут важливим є безбар'єрність місць видачі, можливість звернення через представника в законодавчому порядку. Не потрібно в людини вимагати надмірного пакета підтверджень там, де потребу можна встановити іншими законними способами. Рішенням даної проблеми є визначення прозорих критеріїв пріоритетності з врахуванням потреб. До консультацій щодо місцевих програм залучати організації, котрі представляють відповідні групи та запровадити простий механізм скарги та перегляду відмови з повідомленням заявника про результат.

Ще одним проблемним питанням залишається нестійкість партнерства, ресурсів та підзвітності. Органи влади інколи сприймають громадські організації як виконавців доставки, хоча ті можуть брати участь в планувальних заходах, в оцінюванні потреб постраждалого населення. Однак відсутність погоджених показників результату ускладнює оцінку внеску кожного партнера й виявлення прогалин. Для вирішення цього напряму необхідно укладати рамкові домовленості про взаємодію з чіткими завданнями кожного партнера, правила звітності та порядком дій в разі припинення проєкту. Впроваджувати в місцеві програми законні механізми залучення недержавних надавачів соціальних послуг, спільне навчання персоналу і резерв партнерів. Важливо оцінювати не лише обсяг виданої допомоги, а також час реагування, доступність та частку потреб, що залишилися без відповіді.

Підсумовуючи проблемні аспекти взаємодії органів публічної влади та інститутів громадянського суспільства необхідно зазначити, що результативність гуманітарного реагування потребує сталого місцевого механізму координації, захищеної та достовірної інформації про потреби населення, узгодження обліку допомоги з її фактичною доставкою, доступності для вразливих груп і довгострокового партнерства. Такі зміни необхідно проводити в межах чинного законодавства та чинних повноважень, а їх ефективність можна перевіряти за реальним задоволенням потреб населення.

Список літератури

1. Про громадські об'єднання: Закон України від 22.03.2012 № 4572-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4572-17>.
2. Про соціальні послуги: Закон України від 17.01.2019 № 2671-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2671-19>.
3. Про гуманітарну допомогу: Закон України від 22.10.1999 № 1192-XIV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1192-14>.
4. Про благодійну діяльність та благодійні організації: Закон України від 05.07.2012 № 5073-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5073-17>.

The authors of the III International Scientific and Practical Conference «Global scientific dialogue: challenges, innovations, and future horizons» were representatives of the following educational institutions:

National Scientific Center “Institute of Viticulture and Winemaking”; Poltava State Agrarian University; Czestochowa University of Technology, Poland; National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”; Kharkiv National University of Radio Electronics; Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, Ukrainian State University of Science and Technologies, Dnipro, Ukraine; State University of Information and Communication Technologies; O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv; National University of Water and Environmental Engineering; Kharkiv National University; Odesa National Technological University; Lviv Polytechnic National University; Ferenc Rákóczi II Transcarpathian Hungarian University; Lesya Ukrainka Volyn National University; H. S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University; Uman Humanitarian Pedagogical Professional College named after T. H. Shevchenko of the Cherkasy Regional Council; Cherkasy Medical Academy; Georgian Technical University; Baku State University; Ivan Franko National University of Lviv; Zhytomyr Institute of the Interregional Academy of Personnel Management; Kharkiv National Automobile and Highway University; O. O. Bogomolets National Medical University; International University; Rivne State University of the Humanities; National University of Civil Defense of Ukraine and others.

GLOBAL SCIENTIFIC DIALOGUE: CHALLENGES, INNOVATIONS, AND FUTURE HORIZONS

Scientific publications

Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference
«Global scientific dialogue: challenges, innovations, and future horizons»,
Hamburg, Germany. 172 p.
(September 22–25, 2026)

UDC 01.1

ISBN – 979-8-90553-916-9

DOI – 10.46299/ISG.2026.2.3

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: Ponochovnyi Y., Protas R. Modern materials and innovative technologies in bridge construction. Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference. Hamburg, Germany. 2026. Pp. 15-22
URL: <https://isg-konf.com/global-scientific-dialogue-challenges-innovations-and-future-horizons/>