eoss-conf.com

ISSUE
№103

EUROPEAN OPEN
SCIENCE SPACE

COLLECTION OF SCIENTIFIC PAPERS

6TH INTERNATIONAL
SCIENTIFIC
AND PRACTICAL
CONFERENCE

INNOVATIONS IN SCIENCE: FROM THEORETICAL FOUNDATIONS TO PRACTICAL IMPACT

AUGUST 31 – SEPTEMBER 2, 2026
ANTWERP, BELGIUM

EUROPEAN OPEN SCIENCE SPACE

Proceedings of the 6th International Scientific and Practical Conference

"Innovations in Science: From Theoretical Foundations to Practical Impact"

August 31 – September 2, 2026

Antwerp, Belgium

Collection of Scientific Papers

Belgium, 2026

UDC 01.1

Collection of Scientific Papers with the Proceedings of the 6th International Scientific and Practical Conference «Innovations in Science: From Theoretical Foundations to Practical Impact» (August 31 – September 2, 2026, Antwerp, Belgium). European Open Science Space. 2026.

ISBN 979-8-89704-968-4 (series)
DOI 10.70286/EOSS-31.08.2026

The conference is included in the Academic Research Index ReserchBib International catalog of scientific conferences.

The conference is registered in the database of scientific and technical events of UkrISTEI to be held on the territory of Ukraine (Certificate No.557 dated 28.07.2026).

The materials of the conference are publicly available under the terms of the CC BY-NC 4.0 International license.

The materials of the collection are presented in the author's edition and printed in the original language. The authors of the published materials bear full responsibility for the authenticity of the given facts, proper names, geographical names, quotations, economic and statistical data, industry terminology, and other information.

ISBN 979-8-89704-968-4

EUROPEAN OPEN SCIENCE SPACE

© Participants of the conference, 2026
© Collection of scientific papers, 2026
© European Open Science Space, 2026

CONTENT

Section: Agricultural Sciences

Вовчек А., Люта І.
ОПТИМІЗАЦІЯ МІКРОКЛОНАЛЬНОГО РОЗМНОЖЕННЯ РОСЛИН РОДУ PAULOWNIA…….. 12

Осіпов М.
ЕКОНОМІЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ ВЕГЕТАТИВНОГО РОЗМНОЖЕННЯ ВИДІВ РОДУ HYDRANGEA L. ЖИВЦЮВАННЯМ……. 17

Лютий М., Луговий С.
ВПЛИВ СУСПЕНЗІЇ ХЛОРЕЛИ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ МОЛОДНЯКУ СВИНЕЙ……. 19

Тимощук О.І., Ткаченко Р.С.
ВПЛИВ ПОЗАКОРЕНЕВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОНЯШНИКУ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ……... 25

Section: Art History and Literature

Храпачов О.
ЖИВОПИС У СЦЕНОГРАФІЇ НАОМА…… 30

Sherbon F., Sherbon O.
A PRIORITY COMPONENT OF FAMILY RELATIONSHIPS: A STUDY BASED ON PAVLO HLAZOVYI'S HUMOROUS POEM «THE WISE DAD» IN PRACTICAL WORK WITH UNIVERSITY APPLICANTS……... 34

Янушевич І.О.
СМИСЛОВЕ НАВАНТАЖЕННЯ ТА СЦЕНІЧНА ФУНКЦІЯ РЕМАРОК……. 38

Section: Automation and Robotics

Sandler A., Romanovska O., Palagin O.
FIBER-OPTIC SENSOR RESTORATION SYSTEM FOR NUCLEAR POWER PLANT MONITORING……. 41

Зудов О.М., Горіна В.В., Субота С.Л.
ФРОНТИРНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО РОЙОВОГО ІНТЕЛЕКТУ……... 48

Section: Ecology and environmental protection

Balakhanova G.V.
ASSESSMENT OF THE BIOINDICATOR POTENTIAL OF MICROMYCETES AND THE INTEGRATED EVALUATION OF THE ECOLOGICAL CONDITION OF BUILDINGS…….. 53

Balakhanova G.V.
THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON THE STRUCTURAL AND FUNCTIONAL DYNAMICS OF TERRESTRIAL ECOSYSTEMS…….... 69

Section: Economy

Фімяр С., Довгань В., Блакита В.
УЧАСНИКИ ТА МОДЕЛІ ВЗАЄМОДІЇ В ІННОВАЦІЙНОМУ ПРОЦЕСІ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ…… 88

Derhaliuk M.
MODERNIZATION OF ANALYTICAL SUPPORT FOR COMMERCIAL PERFORMANCE MANAGEMENT IN THE CONTEXT OF DIGITALIZATION……. 92

Урбан В.А.
МІЖНАРОДНИЙ РУХ КАПІТАЛУ В СВІТОВІЙ ЕКОНОМІЦІ: ФОРМИ, МОТИВИ ТА ЕКОНОМІЧНІ НАСЛІДКИ……... 95

Череп О.Г., Веремєєнко О.О.
ДОХОДИ НАСЕЛЕННЯ –ЯК ІНДИКАТОР СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ……. 99

Section: Finance and Banking

Урбан В.А.
ДИВІДЕНДНЕ ІНВЕСТУВАННЯ: ДЖЕРЕЛА ДОХОДУ, КРИТЕРІЇ ВІДБОРУ ТА РИЗИКИ…… 102

Krylova Ol., Romanishyna Yu.
BUDGET POLICY OF UKRAINE IN THE CONTEXT OF GROWING SOCIAL VULNERABILITY OF THE POPULATION……... 107

Section: Geography, Geology and Geodesy

Щабельська В., Сагач М.
УРБАНІЗАЦІЙНІ ПРОЦЕСИ В КРАЇНАХ АЗІЇ: ДИНАМІКА, РЕГІОНАЛЬНІ МОДЕЛІ ТА ГЛОБАЛЬНІ ВИКЛИКИ XXI СТОЛІТТЯ 112

Щабельська В., Коваленко Н.
ДЕМОГРАФІЧНА ТРАНСФОРМАЦІЯ КИТАЮ: СУСПІЛЬНО-ГЕОГРАФІЧНІ ТРЕНДИ, НАСЛІДКИ ТА РЕГІОНАЛЬНІ ДИСПРОПОРЦІЇ…….. 117

Section: History and Cultural Studies

Штонда В.Р.
ЖІНОЧИЙ ДОСВІД ЯК ДЖЕРЕЛО ЗНАНЬ. РОЛЬ ІДИ ПФАЙФФЕР У РОЗШИРЕННІ ГЕОГРАФІЧНОГО ТА ЕТНОГРАФІЧНОГО ДИСКУРСУ…….. 122

Дука О.
РОЗВИТОК ТА ТРАНСФОРМАЦІЯ УКРАЇНСЬКИХ БАНКНОТ…… 125

Литвиненко О.Є.
«HOMO SOVIETICUS» В УКРАЇНІ: ІСТОРИКО-АНТРОПОЛОГІЧНИЙ ВИМІР РАДЯНСЬКОЇ СПАДЩИНИ…… 129

Григорук Н.
ІСПАНСЬКА РЕВОЛЮЦІЯ 1868–1874 рр. ТА ПЕРША ІСПАНСЬКА РЕСПУБЛІКА: БОРОТЬБА ЗА ДЕМОКРАТИЧНЕ ОНОВЛЕННЯ І РЕСТАВРАЦІЯ МОНАРХІЇ…… 134

Нечитайло Я.О.
ТЕАТР ДЛЯ ДІТЕЙ В УМОВАХ ВІЙНИ: ТРАНСФОРМАЦІЯ ТЕМАТИКИ ТА ОБРАЗНОСТІ СУЧАСНОЇ УКРАЇНСЬКОЇ СЦЕНИ.. 139

Section: Information Technology, Cyber Security and Computer Engineering

Tymoshenko Yu., Panko D.
DRONE SWARM LEADER ELECTION BY AI METHODS……. 144

Фещенко Р.Д., Вітвіцька К.Е., Калякін С.В.
ЗБЕРЕЖЕННЯ ДОКАЗОВОЇ ЦІЛІСНОСТІ ЖУРНАЛІВ ПОДІЙ ПІД ЧАС РЕАГУВАННЯ НА КІБЕРІНЦИДЕНТ……. 147

Rudnikova V.
LONG-TERM MAINTAINABILITY OF JAVA IN ENTERPRISE SYSTEMS…….. 149

Kalashnyk V., Melnyk G.
COMPARATIVE TESTING OF TCP AND UDP BY LOSS, LATENCY, AND DATA INTEGRITY METRICS IN REAL-TIME SERVICES…….... 151

Бочарова А.О., Супрун О.М.
АРХІТЕКТУРА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПІДГОТОВКИ ДО ТЕХНІЧНИХ ІТ-СПІВБЕСІД З ГОЛОСОВИМ AI-ІНТЕРВ'ЮЕРОМ ТА LIVE CODING…… 156

Section: International Relations

Карпунь Н.А.
КОНСТРУКТИВІСТСЬКИЙ ПІДХІД В МІЖНАРОДНИХ ВІДНОСИНАХ……. 159

Непочатов Д.О.
ДВОРІВНЕВА СУВЕРЕНІЗАЦІЯ КІБЕРПРОСТОРУ: МЕХАНІЗМ ЕКСПОРТУ КИТАЙСЬКОЇ РЕГУЛЯТОРНОЇ МОДЕЛІ У ГЛОБАЛЬНЕ УПРАВЛІННЯ ІНТЕРНЕТОМ……... 162

Section: Journalism

Суханов А.О.
ВЕРИФІКАЦІЯ КОРИСТУВАЦЬКОГО КОНТЕНТУ (UGC) У ЦИФРОВІЙ ЖУРНАЛІСТИЦІ: ПРОФЕСІЙНІ ПРАКТИКИ ТА РИЗИКИ…… 167

Section: Jurisprudence

Сирота О.
МЕТОДОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ДО ОЦІНКИ РИНКОВОЇ ВАРТОСТІ ПАРФУМЕРНОЇ ПРОДУКЦІЇ З ОЗНАКАМИ ЧАСТКОВОГО ВИКОРИСТАННЯ (РОЗПОЧАТИХ ФЛАКОНІВ)……...…… 171

Коваленко Л., Джафаров Д., Волчанський А., Арнаутова А.
ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ В ДІЯЛЬНОСТІ ПРАВООХОРОННИХ ОРГАНІВ ТА СУДІВ……... 175

Урбан В.А.
ДІПФЕЙКИ ТА СИНТЕТИЧНИЙ КОНТЕНТ: ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ПРАВОВОГО РЕГУЛЮВАННЯ……. 177

Ярема О.
ІНФОРМАЦІЙНА БЕЗБАР'ЄРНІСТЬ ЯК СКЛАДОВА СУЧАСНОГО РОЗВИТКУ ДЕРЖАВИ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ТА ВІЙНИ….. 181

Section: Logistics and Transport

Літвяк В.І., Булгаков М.П., Дехта В.Ю.
ІНТЕГРОВАНА АРХІТЕКТУРА МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ МОРСЬКОГО СУДНА…….. 185

Section: Management, Public Administration and Administration

Покришка О.
МІЖНАРОДНІ МОДЕЛІ ДЕРЖАВНОГО УПРАВЛІННЯ ІННОВАЦІЯМИ У БУДІВНИЦТВІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ АДАПТАЦІЇ В УКРАЇНІ…….. 190

Тесля А.М., Мосій О.Б.
ЛЮДСЬКИЙ КАПІТАЛ І ЦИФРОВІ КОМПЕТЕНЦІЇ ПЕРСОНАЛУ ПІДПРИЄМСТВ В УМОВАХ ВОЄННОГО КАДРОВОГО ДЕФІЦИТУ: МОДЕЛЬ ВИБОРУ МІЖ РОЗВИТКОМ, НАЙМОМ ТА АВТОМАТИЗАЦІЄЮ……. 192

Галушко О.І.
РОЛЬ МЕДІАЦІЇ В РОЗВИТКУ ЛІДЕРСТВА…….. 198

Kostin I.
INDICATORS FOR ASSESSING THE INCLUSIVENESS OF DIGITAL INNOVATION PROJECTS AS A FACTOR IN ENHANCING CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY…… 202

Section: Mechanics and Electrical Engineering

Борисов В.
ВПЛИВ ЗВОРОТНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГАЛЬМІВНОГО МОМЕНТУ В БУФЕРАХ ВАНТАЖОПІДЙОМНОГО ТРАНСПОРТУ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ГАЛЬМУВАННЯ……... 207

Section: Medicine

Nastroga T.V., Kazakov Yu.M., Kitura O.Ye., Sokolyuk N.L.
RATIONAL COMPREHENSIVE THERAPY FOR ELDERLY PATIENTS WITH BRONCHIAL ASTHMA…….. 209

Daurenov U., Suyunbay D., Toqseit A., Suleimen D.
THE ROLE OF THE GUT MICROBIOME IN THE DEVELOPMENT AND PROGRESSION OF GASTROINTESTINAL DISEASES: CURRENT EVIDENCE AND FUTURE PERSPECTIVES……. 211

Daurenov U., Nurbay O., Baszhan D., Turekulova A.
MODERN SURGICAL MANAGEMENT OF HIATAL HERNIA: CURRENT TECHNIQUES, INDICATIONS, AND CLINICAL OUTCOMES……. 216

Гостєва Д., Трофимович Є.
ЕВОЛЮЦІЯ ПІДХОДІВ ДО КОНТРОЛЮ КРИТИЧНОЇ КРОВОТЕЧІ З КІНЦІВОК: ПЕРЕХІД ВІД ЕЛАСТИЧНИХ ДЖГУТІВ ДО СУЧАСНИХ ТУРНІКЕТІВ……. 220

Daurenov U., Tabynbay A., Baizak A., Koptleuova E.
ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN OPHTHALMOLOGY: CURRENT APPLICATIONS IN SCREENING, DIAGNOSIS, AND DISEASE MONITORING…….. 223

Дауренов У.Е., Аршидинова Д.О., Коразов Г.К., Суюнбай Д.С.
КАРДИОМЕТАБОЛИЧЕСКИЙ РИСК: СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ДИАГНОСТИКЕ, ПРОФИЛАКТИКЕ И ЛЕЧЕНИЮ……... 228

Section: Military affairs and national security

Дідіченко В.
ТЕОРІЯ ОРГАНІЗАЦІЙНОГО ДИЗАЙНУ ТА ПРОЦЕСНОГО УПРАВЛІННЯ: ПЕРЕХІД ВІД ПОСТРАДЯНСЬКИХ УПРАВЛІНСЬКИХ ПАРАДИГМ ДО ПРАКТИЧНОГО ВПРОВАДЖЕННЯ СТАНДАРТІВ НАТО (STANAG) У ШТАБНИХ СТРУКТУРАХ…….. 233

Дяк В.В.
МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ОЦІНЮВАННЯ КІБЕРРИЗИКІВ ДЕРЖАВНИХ ЦИФРОВИХ АКТИВІВ……. 236

Section: Pedagogy, Philology and Linguistics

Jalilova S.Kh.
ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PHYSICS EDUCATION: MODERN APPROACHES TO TEACHING AND LEARNING……... 241

Musayeva G.A.
POSSIBILITIES OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN IMPROVING THE QUALITY OF PHYSICS EDUCATION IN GENERAL EDUCATION SCHOOLS……. 245

Khoma V.
HIERARCHY OF TEXT CORPUS LINGUISTIC ANNOTATION…… 249

Мойко О., Копитчак М.
ДИДАКТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ІГРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ФОРМУВАННІ ПІЗНАВАЛЬНОГО ІНТЕРЕСУ МОЛОДШИХ ШКОЛЯРІВ НА УРОКАХ ІНФОРМАТИКИ…… 252

Хмелькова О.
ПЕДАГОГІЧНІ УМОВИ РОЗВИТКУ НАЦІОНАЛЬНОГО ЛІДЕРСЬКОГО ПОТЕНЦІАЛУ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ…… 261

Мойко О., Грицай Х.
МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРАКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА УРОКАХ ІНФОРМАТИКИ В ПОЧАТКОВІЙ ШКОЛІ……... 267

Kiyko S., Rubanets T.
ENGLISH CONVERSION NEOLOGISMS IN THE MILITARY-POLITICAL SPHERE……... 276

Дячук О.О.
ЕКСПЕРТНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПЕДАГОГІЧНИХ УМОВ ЦИФРОВОГО ПРОФЕСІЙНОГО РОЗВИТКУ ВИКЛАДАЧІВ СПЕЦІАЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН СФЕРИ ПОСЛУГ…….. 289

Section: Physical and mathematical sciences

Філіпчук М., Філіпчук О.
ОБЧИСЛЕННЯ ФУНКЦІЇ LCM(n,m) НА МАШИНІ З НЕОБМЕЖЕНИМИ РЕГІСТРАМИ……... 293

Ivanova I.
APPLICATION OF THE MESSBAUER EFFECT IN MODERN MATERIALS SCIENCE…….. 296

Vidmachenko A.P.
THE ATMOSPHERE OF NEPTUNE'S MOON TRITON AND ITS SEASONAL CHANGES…….. 299

Ivanova I.
RESEARCH ON NEUTRINO OSCILATIONS TO CONFIRM THE MASS OF NEUTRINOS…….. 310

Ivanova I., Swachko E.
COSMIC RELIC RADIATION: DISCOVERIES AND THE CURRENT STATE OR RESEARCH…….. 312

Ivanova I., Khalpahchi V.
EXPERIMENTS IN OBTAINING THE HIGGS BOSON…….. 315

Section: Politics and Sociology

Урбан В.А.
ПОЛІТИЧНА ВЛАДА В СУСПІЛЬСТВІ: ВІД ПРИМУСУ ДО ЛЕГІТИМНОГО ПАНУВАННЯ…… 319

Section: Psychology

Salmanova N.
DEVELOPING THE LEADERSHIP SKILLS OF FUTURE NURSES….. 324

Butko N., Butko O.
THE ROLE OF CRITICAL DISCURSIVE PSYCHOLOGY IN SOCIAL RESEARCH…….. 331

Section: Social Work and Consultation

Мельник Ю.
СОЦІАЛЬНО-ПСИХОЛОГІЧНЕ КОНСУЛЬТУВАННЯ ТА КРИЗОВІ ІНТЕРВЕНЦІЇ В УМОВАХ ВІЙНИ: СУЧАСНІ ВИКЛИКИ ТА ПРАКТИЧНІ ПІДХОДИ……. 335

Мельник Ю.С.
ПСИХОСОЦІАЛЬНЕ КОНСУЛЬТУВАННЯ ЛЮДЕЙ ІЗ ПОСТТРАВМАТИЧНИМ СТРЕСОВИМ РОЗЛАДОМ: РОЛЬ СОЦІАЛЬНОЇ РОБОТИ У ВІДНОВЛЕННІ ПСИХОСОЦІАЛЬНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ…….. 338

Section: Technical Sciences

Дедів Л., Дозорська О., Плавуцький О.
КОНЦЕПЦІЯ РОЗРОБЛЕННЯ БІОНІЧНИХ ПРОТЕЗІВ ВЕРХНІХ КІНЦІВОК ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ТЕХНОЛОГІЙ ІОТ……. 342

Кшевецький О.С.
ТЕПЛОВИЙ КОНТРОЛЬ ДВОХ РІЗНИХ ОБ'ЄКТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ДВОХ З'ЄДНАНИХ МОДУЛІВ ПЕЛЬТЬЄ…….. 344

Пасенко О.
ОДЕРЖАННЯ ТА СОРБЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ СОРБЕНТІВ НА ОСНОВІ КОСТРИЦІ ТЕХНІЧНИХ КОНОПЕЛЬ ЩОДО ЙОНІВ Pb^{2+}.. 346

Section: Jurisprudence

Замрига А.
ТРАНСФОРМАЦІЯ ДЕРЖАВНОЇ АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ ТА ЄВРОІНТЕГРАЦІЇ.. 350

Section: Agricultural Sciences

DOI 10.70286/EOSS-31.08.2026.001.12-17

ОПТИМІЗАЦІЯ МІКРОКЛОНАЛЬНОГО РОЗМНОЖЕННЯ РОСЛИН РОДУ PAULOWNIA

Вовчек Анна
здобувачка вищої освіти, магістр
Науковий керівник:
Люта Ірина
асистентка
Кафедра біотехнології та біоінженерії
Миколаївський національний аграрний університет, Україна
https://orcid.org/0000-0002-1672-2337

Анотація. У статті наведено результати досліджень з оптимізації біотехнологічних прийомів мікроклонального розмноження рослин роду Paulownia в умовах культури in vitro. Метою роботи було вдосконалення технології отримання високоякісного садивного матеріалу шляхом оптимізації стерилізації експлантів, проліферації пагонів, ризогенезу та адаптації рослин-регенерантів до умов ex vitro. Дослідження проводили з використанням верхівкових меристем і міжвузлів здорових маточних рослин. Встановлено, що найбільш ефективною схемою стерилізації була обробка 70% етанолом протягом 2 хв із подальшим використанням 0,5% NaClO протягом 7 хв, яка забезпечила 96,7% стерильності, 90,0% калусоутворення та 83,3% регенерації експлантів. Оптимізація складу поживного середовища з використанням 6-БАП у концентрації 1,0 мг/л сприяла збільшенню кількості пагонів до 5,3 шт. на експлант, їх довжини – до 3,8 см та коефіцієнта проліферації – до 5,3. За оптимізованих умов ризогенезу рівень укорінення регенерантів становив 88,3%, середня кількість коренів – 4,2 шт., довжина – 3,8 см. При адаптації до умов ex vitro приживлюваність рослин досягла 82,0%, а тривалість адаптаційного періоду скоротилася до 15 діб. Отримані результати свідчать про ефективність оптимізованої технологічної схеми мікроклонального розмноження Paulownia та перспективність її використання для масового отримання життєздатного оздоровленого садивного матеріалу.

Ключові слова: Paulownia, in vitro, експланти, стерилізація, калусоутворення, регенерація, проліферація, ризогенез, ex vitro.

Рослини роду Paulownia мають широке практичне застосування в різних галузях, зокрема лісовому та енергетичному господарстві, деревообробній промисловості, рекультивації деградованих земель, агролісомеліорації й декоративному озелененні. Їхня цінність зумовлена швидким ростом, високою здатністю до відновлення після зрізування та значною продуктивністю біомаси, що визначає перспективність павловнії як культури для промислового

вирощування [9, 10]. Проте розширення масштабів її культивування значною мірою обмежується недостатнім обсягом якісного садивного матеріалу та низькою ефективністю традиційних методів розмноження [2, 5, 11].

Застосування традиційних способів вегетативного розмноження деревних культур часто супроводжується низькою інтенсивністю отримання посадкового матеріалу, залежністю від сезонних умов та ймовірністю поширення фітопатогенів [7, 14]. Це зумовлює необхідність пошуку ефективніших технологій, серед яких важливе місце посідають біотехнологічні методи, зокрема мікроклональне розмноження рослин in vitro. Використання цієї технології дає можливість упродовж року отримувати значні обсяги генетично однорідного та оздоровленого садивного матеріалу, що особливо важливо для масового розмноження цінних деревних культур [13, 15, 17].

Мікроклональне розмноження належить до найбільш результативних методів сучасної рослинної біотехнології. Застосування цієї технології сприяє істотному збільшенню коефіцієнта розмноження цінних генотипів, отриманню фітосанітарно чистого садивного матеріалу та скороченню періоду вирощування товарних саджанців [1, 3, 6]. Водночас результативність мікроклонального розмноження визначається комплексом технологічних чинників, серед яких особливе значення мають склад поживного середовища, концентрація та співвідношення регуляторів росту, ефективність стерилізації експлантів і параметри культивування рослин in vitro [4, 8, 16].

Актуальність проведеного дослідження зумовлена потребою вдосконалення біотехнологічних прийомів мікроклонального розмноження рослин роду Paulownia з метою підвищення ефективності виробництва якісного садивного матеріалу. Оптимізація основних етапів технологічного процесу дасть змогу збільшити вихід життєздатних регенерантів, мінімізувати рівень контамінації культур та сприяти покращенню економічної ефективності виробництва.

Метою дослідження було вдосконалення біотехнологічних підходів до мікроклонального розмноження рослин роду Paulownia шляхом оптимізації умов культивування in vitro та адаптації отриманих регенерантів до умов ex vitro.

Дослідження проводили поетапно. На першому етапі оптимізували введення експлантів Paulownia у культуру in vitro, використовуючи верхівкові меристеми та міжвузля здорових маточних рослин. Вивчали ефективність трьох схем стерилізації за показниками стерильності, пошкодження тканин, калусоутворення та регенерації.

На наступному етапі оптимізували проліферацію пагонів шляхом використання 6-БАП у концентраціях 0; 0,5 та 1,0 мг/л.

Для стимулювання ризогенезу досліджували застосування ІМК окремо та в поєднанні з НОК. Завершальним етапом технологічного процесу була адаптація рослин до умов ex vitro у торф’яному субстраті. Найвищу приживлюваність регенерантів (82,0%) отримано за скорочення

Для комплексної оцінки ефективності розробленої технології важливе значення має аналіз результатів на кожному з послідовних етапів мікроклонального розмноження. Одним із визначальних початкових етапів є

введення експлантів у культуру in vitro, ефективність якого значною мірою залежить від правильно підібраної схеми стерилізації. Дані таблиці 1 свідчать про значний вплив застосованих схем стерилізації на рівень стерильності та життєздатність експлантів Paulownia.

Таблиця 1 – Ефективність різних схем стерилізації експлантів Paulownia (n = 30)

Дослідна група	Схема стерилізації	Стерильних експлантів, шт.	Стерильність, %	Пошкоджених експлантів, %
1 (контроль)	70% етанол (2 хв) + 1,5% NaClO (5 хв)	30	100,0	43,3
2	70% етанол (2 хв) + 0,5% NaClO (5 хв)	9	30,0	3,3
3	70% етанол (2 хв) + 0,5% NaClO (7 хв)	29	96,7	6,7

У контрольному варіанті (70% етанол, 2 хв + 1,5% NaClO, 5 хв) стерильність становила 100%, однак частка пошкоджених експлантів була найвищою – 43,3%. За зниження концентрації NaClO до 0,5% за експозиції 5 хв стерильність зменшилася до 30,0%, тоді як пошкодження становили лише 3,3%. Найбільш ефективною виявилася третя схема – 70% етанол, 2 хв + 0,5% NaClO, 7 хв, яка забезпечила 96,7% стерильності за мінімального пошкодження тканин (6,7%). Тому саме цей варіант було визначено оптимальним для введення експлантів Paulownia у культуру in vitro.

Результати таблиці 2 підтверджують перевагу третьої схеми стерилізації за показниками калусоутворення та регенерації. У цьому варіанті калус сформувався у 90,0% експлантів, а регенерація – у 83,3%, що відповідно на 30,0 та 33,3% більше порівняно з контролем. У другій групі ці показники були найнижчими – 23,3 та 16,7%. Отже, оптимальне співвідношення ефективності знезараження та збереження життєздатності тканин забезпечила схема 70% етанол (2 хв) + 0,5% NaClO (7 хв).

Таблиця 2 – Вплив схем стерилізації на калусоутворення та регенерацію експлантів Paulownia (n = 30)

Дослідна група	Калусоутворення, шт.	Калусоутворення, %, $\overline{X} \pm S_{\overline{X}}$	Регенерація, шт.	Регенерація, %, $\overline{X} \pm S_{\overline{X}}$
1 (контроль)	18	60,0±8,91	15	50,0±9,15
2	7	23,3±7,70**	5	16,7±6,80**
3	27	90,0±5,50*	25	83,3±6,81**

Примітка: вірогідність різниці наведено відносно контрольної (1-ї) групи:* – P > 0,95; ** – P > 0,99; *** – P > 0,999.

На етапі проліферації (табл. 3) встановлено позитивний вплив оптимізованого

складу поживного середовища (використання 6-БАП у концентраціях 0; 0,5 та 1,0 мг/л) на формування пагонів. Кількість пагонів на експлант зросла з 2,8 у контролі до 4,1 та 5,3 шт. у дослідних групах, а їх довжина – з 2,6 до 3,2 та 3,8 см відповідно. Найвищий коефіцієнт проліферації (5,3) отримано у третій групі, що свідчить про найбільш ефективне стимулювання пагоноутворення.

Таблиця 3 – Вплив складу поживного середовища на проліферацію пагонів Paulownia

Дослідна група	Кількість пагонів на експлант, шт	Довжина пагонів, см	Коефіцієнт проліферації
1 (контроль)	2,8 ± 0,30	2,6 ± 0,29	2,8
2	4,1 ± 0,45	3,2 ± 0,35	4,1
3	5,3 ± 0,51	3,8 ± 0,48	5,3

За даними таблиці 4, оптимізація умов культивування також сприяла прискоренню морфогенезу. У третій групі калусоутворення розпочиналося на 7-му, формування пагонів – на 12-13-ту, а ризогенез – на 6-ту добу. Регенеранти висотою 3-5 см отримували через 28-30 діб, що на 4-5 діб швидше, ніж у контролі.

Таблиця 4 – Вплив умов культивування на тривалість основних етапів регенерації Paulownia in vitro

Дослідна група	Початок калусоутворення, діб	Формування пагонів, діб	Початок ризогенезу, діб	Отримання регенерантів 3-5 см, діб
1 (контроль)	8-9	15-16	8	33-35
2	7-8	13-15	7	30-32
3	7	12-13	6	28-30

Оптимізація умов ризогенезу (табл. 5) підвищила укорінення регенерантів із 71,7% у контролі до 82,0 та 88,3% у дослідних варіантах. У третій групі сформувалося в середньому 4,2 корені довжиною 3,8 см, а приживлюваність рослин ex vitro досягла 82,0%.

Таблиця 5 – Вплив поживного середовища на укорінення регенерантів Paulownia

Дослідна група	Укорінення, %	Середня кількість коренів, шт.	Середня довжина кореня, см	Висота регенеранта, см	Приживлюваність ex vitro, %
1 (контроль)	71,7 ± 8,2	3,1 ± 0,3	2,9 ± 0,2	3,8 ± 0,4	68,3 ± 8,5
2	82,0 ± 7,0	3,8 ± 0,3	3,4 ± 0,3	4,1 ± 0,4	77,0 ± 7,7
3	88,3 ± 5,8	4,2 ± 0,4	3,8 ± 0,3	4,4 ± 0,5	82,0 ± 6,9

Завершальним етапом була адаптація регенерантів до умов ex vitro (табл. 6). У третій групі приживлюваність становила 82,0%, що на 13,7% більше за контроль, а тривалість адаптації скоротилася з 21 до 15 діб. Таким чином, оптимізація умов культивування на попередніх етапах забезпечила вищу життєздатність рослин та успішнішу їх адаптацію до нестерильних умов.

Таблиця 6 – Показники адаптації регенерантів Paulownia до умов ex vitro

Дослідна група	Приживлюваність, %	Тривалість адаптації, діб
1 (контроль)	68,3	21
2	77,0	18
3	82,0	15

Висновки. Отримані результати дають підстави вважати концентрацію 6-БАП 1,0 мг/л оптимальною для етапу проліферації пагонів Paulownia. За її використання відзначено найвищу інтенсивність пагоноутворення, прискорене проходження морфогенетичних етапів, краще формування кореневої системи та підвищення приживлюваності регенерантів за умов ex vitro. Отже, підвищення концентрації 6-БАП у досліджуваному діапазоні позитивно впливало на ефективність мікроклонального розмноження, а концентрацію 1,0 мг/л можна рекомендувати для практичного застосування на етапі проліферації Paulownia.

Список використанних джерел

1. Біобезпека використання біотехнологій : методичні рекомендації для виконання лабораторно-практичних робіт для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Біотехнології та біоінженерія» спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія» денної форми здобуття вищої освіти / О. І. Юлевич, І. М. Люта. Миколаїв : МНАУ, 2024. 93 с.
2. Ковальчук Н. С., & Бордусь О. Ю. Розмноження деяких видів і гібридів роду Paulownia Siebold & Zucc. методом in vitro. Scientific Bulletin of UNFU, 33(4), 2023. 19-24. https://doi.org/10.36930/40330403.
3. Ліннік А. Павловнія як енергетична культура. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Ґжицького. Серія: Сільськогосподарські науки, 22(92), 2020. 19-22.
4. Оптимізація технології культивування павловнії (Paulownia Siebold & Zucc.) in vitro / А А. Подгаєцький, В.В. Мацкевич, Л.М. Філіпова та ін. // Journal of Native and Alien Plant Studies, 2022. P. 191-208. https://doi.org/10.37555/2707-3114.18.2022.270617.
5. Abou El-ghait, E.M., Youssef, A.S.M., Sadawy, F.M., & Mohammed, A.A.A. Mass production of Paulownia tomentosa trees by micropropagation. Journal of Plant Production, Mansoura University, 13(5), 2022. 159-165.
6. Arya A., Sharma V., Tyagi P.K., Gola D., Husen A. Role of cytokinins in adventitious root formation / Environmental, Physiological and Chemical Controls of Adventitious Rooting in Cuttings. Plant Biology, Sustainability and Climate Change. 2022. 239-249. https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90636-4.00017-9.
7. Azuara M., González M.-R., Mangas R., Martín P. Effects of the application of forchlorfenuron (CPPU) on the composition of verdejo grapes BIO 43rd World Congress of Vine and Wine Web of Conferences 56. 2023. https://doi.org/10.1051/bioconf/20235601022.
8. Bidabadi S. S., & Jain S. M. Cellular, molecular, and physiological aspects of in vitro plant regeneration. Plants. Vol. 9. No 6. Art. No 702. 2020. P. 1-20. DOI: https://doi.org/10.3390/plants9060702.

9. Biswal A., Rout Ch.K. Effect of Cytokinin on Fruit Crops Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci. 2020. 9 (11). 2896-2903. https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.911.351.
10. Bustonov Z. T., & Rakhimov M. M. The importance and morphobiology of the povlovnia tree. Academia Open. Vol. 1. No 2. Article type: (Environment), 2019. DOI: https://doi.org/10.21070/acopen.v1i2.295.
11. Jakubowski M. Cultivation potential and uses of paulownia wood: Areview. Forests. Vol. 13. No 5. Art. No 668, 2022. P. 1-15. https://doi.org/10.3390/f13050668.
12. Matskevych O. V., Filipova L. M., Matskevych V. V., & Andriievskyi V.V. Pavlovniia: naukovo-praktychnyi posibnyk: Bila Tserkva: BNAU. 2019. 80 s.
13. Matskevych V., Filipova L., Karpuk L., & Titarenko V. Biotechnological methods of paulownia nursery and selection. The scientific heritage. Vol. 2. No 83. 2022. P. 3-10.
14. Mohamad M. E., Awad A. A., Majrashi A., Esadek O. A. A., El-Saadony M.T., Saad A. M., & Gendy A. S. In vitro study on the effect of cytokines and auxins addition to growth medium on the micropropagation and rooting of Paulownia species (Paulownia hybrid and Paulownia tomentosa). Saudi Journal of Biological Sciences, 29(3), 2022. 1598-1603.
15. Munaf A.M., Mohameed A.A., & Alkhalifa A.S. Micropropagation of Paulownia tomentosa (Thumb. Steud.) by tissue culture. Natural Volatiles &Essential Oils, 9(1), 2022. 575-591.
16. Pozoga M., Olewnicki D., Jablonska L. In vitro propagation protocols and variable cost comparison in commercial production for Paulownia tomentosa × Paulownia fortunei hybrid as a renewable energy source. Applied Sciences, 9, 2019. 2272.
17. Tytarenko N., Tesliuk N., & Ivanytsia V. Optimization of the protocol for the in vitro establishment of Paulownia tomentosa Steud. South-Western Journal of Horticulture, Biology and Environment, 14(1), 2023. P. 1-13.

ЕКОНОМІЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ ВЕГЕТАТИВНОГО РОЗМНОЖЕННЯ ВИДІВ РОДУ HYDRANGEA L. ЖИВЦЮВАННЯМ

Осіпов Михайло
к. с.-г. н., доцент

Розроблення ефективних способів розмноження є важливою передумовою успішного культивування та широкого впровадження гортензії в озеленення, а вегетативне розмноження живцюванням залишається основним методом отримання садивного матеріалу. Ефективність укорінення живців залежить від комплексу технологічних чинників, зокрема строків заготівлі, типу пагонів, складу субстрату та застосування стимуляторів укорінення. Оскільки технологія живцювання потребує значних матеріальних і трудових витрат, економічна оцінка є необхідною для визначення доцільності її використання та вибору найбільш ефективних технологічних рішень.

Результати економічної оцінки розмноження гортензій методом живцювання засвідчили, що вирощування однорічних саджанців, отриманих шляхом вегетативного розмноження зеленими живцями із застосуванням стимуляторів росту, є економічно доцільним. Найвищу річну економічну ефективність (196,0 грн) забезпечила передпосадкова обробка зелених живців стимулятором росту Radifarm+.

За використання гетероауксину річний економічний ефект становив 69,0 грн., що було нижче порівняно з обробкою стимулятором Radifarm+ через меншу кількість укорінених живців. Це зумовило зменшення виручки від реалізації саджанців на 225,0 грн. порівняно з варіантом, у якому застосовували Radifarm+. Застосування стимуляторів Radifarm+ і гетероауксину забезпечило збільшення виручки від реалізації однорічних саджанців гортензії відповідно на 585,0 і 360,0 грн. відносно контролю, що позитивно вплинуло на величину отриманого прибутку. Водночас найнижчу собівартість одного саджанця зафіксовано у контрольному варіанті (6,56 грн.), тоді як за обробки живців стимулятором Radifarm+ вона була найвищою і становила 9,90 грн. за саджанець. Найбільший прибуток від реалізації одержано за обробки зелених живців стимулятором укорінення Radifarm+ — 3194,4 грн., що перевищувало показник контролю на 296,0 грн.

Найвищий рівень рентабельності (586,1 %) зафіксовано у контрольному варіанті без застосування стимуляторів укорінення, тоді як їх використання знижувало цей показник через додаткові витрати на придбання препаратів. Аналіз структури витрат на розмноження 100 саджанців показав, що найбільшу їх частку за використання стимуляторів становили витрати на придбання живців (50–56 %) та стимуляторів укорінення, які складали 34 % для Radifarm+ і 26 % для гетероауксину. Витрати на оплату ручної праці досягали 10–11 %, що зумовлено значною трудомісткістю вегетативного розмноження гортензії зеленими живцями, тоді як частка інших виробничих витрат була незначною.

За розмноження гортензії здерев’янілими живцями кількість укорінених рослин була меншою, ніж за використання зелених живців, що негативно позначилося на економічних показниках. За майже однакових виробничих витрат виручка від реалізації саджанців була нижчою: у контрольному варіанті — на 315 грн., а за обробки стимуляторами Radifarm+ і гетероауксином — на 180 грн. порівняно з розмноженням зеленими живцями.

Через меншу кількість укорінених живців за практично однакових витрат на вирощування підвищилася і собівартість одного саджанця. За використання Radifarm+ вона перевищувала контроль на 3,14 грн., а за обробки гетероауксином — на 2,58 грн. Найвищу річну економічну ефективність отримано у варіанті із застосуванням Radifarm+ — 331,0 грн., що на 127,0 грн. більше, ніж за використання гетероауксину.

Отже, застосування стимуляторів укорінення Radifarm+ і гетероауксину за розмноження гортензії зеленими та здерев'янілими живцями підвищувало ефективність укорінення, що забезпечувало збільшення виходу саджанців і

прибутку від їх реалізації, при цьому найкращі економічні результати отримано за використання Radifarm+.

Список використаних джерел

1. Безвіконний П. В., Потапський Ю. В., Тарасюк В. А. Вплив біостимуляторів росту на біометричні показники живців хризантеми садової великоквіткової. Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. 2023. № 38. С. 9-14.
2. Мамчур Т. В. Біологічні особливості стеблового зеленого живцювання декоративних садових рослин і використання їх в озелененні. Plant varieties studying and protection. 2016. № 3(32). С. 78-84.
3. Пиж'янова А. А., Балабак А. Ф. Економічна ефективність вирощування саджанців хорниці високорослої (Vaccinium Corymbosum L.) із зелених стеблових живців. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. 2017. № 90 (1). С. 22-31.
4. Кабанець В. М., Оничко В. І., Музика Л.П. та ін. Сортова реакція на формування насіннєвої продуктивності картоплі при обробці посівів регуляторами. Вісник Сумського НАУ. 2021. Вип. 45(3). С. 27-37.
5. Нечипорук К. О., Щерба Р. І. Угода про асоціацію України та ЄС: процес укладення угоди та його наслідки для України. Науковий вісник Ужгородського національного університету. 2018. Вип. 22. С.5-99.

DOI 10.70286/EOSS-31.08.2026.002.19-25

ВПЛИВ СУСПЕНЗІЇ ХЛОРЕЛИ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ МОЛОДНЯКУ СВИНЕЙ

Лютий Михайло
здобувач вищої освіти, магістр
Науковий керівник:
Луговий Сергій
д-р с.- г. н., професор
Миколаївський національний аграрний університет, Україна

Анотація. У статті наведено результати дослідження впливу згодовування суспензії хлорели на ріст, розвиток та збереженість молодняку свиней. Дослідження проведено в умовах СГПП «Техмет-Юг» Миколаївського району. У досліді використано помісних поросят поєднань велика біла × ландрас та велика біла × дюрок. Було сформовано п'ять груп по 10 голів: контрольна отримувала основний раціон, дослідні групи додатково одержували суспензію хлорели у дозах 50, 100, 150 та 200 мл/гол./добу відповідно. Встановлено позитивний вплив добавки на інтенсивність росту поросят. У 180-добовому віці жива маса тварин дослідних груп становила 113,50-117,55 кг проти 110,10 кг у

контролі. Найвищу живу масу та середньодобовий приріст за весь період вирощування зафіксовано у тварин, які отримували 100 мл суспензії хлорели на голову за добу, – 117,55 кг і 646 г відповідно. Збереженість молодняку в дослідних групах становила 90%, що на 10 відсоткових пунктів вище за контроль. Найвищі показники кратності збільшення живої маси та відносного приросту також встановлено за використання 100 мл суспензії хлорели на голову за добу. Отримані результати свідчать про доцільність використання суспензії хлорели як природної біологічно активної добавки для підвищення інтенсивності росту та збереженості молодняку свиней.

Ключові слова: поросята, суспензія хлорели, жива маса, середньодобовий приріст, збереженість.

Для підвищення ефективності використання кормових ресурсів сучасна галузь тваринництва пропонує широкий спектр кормових добавок, окремих нутрієнтів, біостимуляторів та ерготропіків вітчизняного й зарубіжного виробництва [1]. Проте значна частина таких препаратів має досить високу вартість, що в умовах обмежених фінансових можливостей багатьох господарств ускладнює їх систематичне застосування. У результаті виробники часто орієнтуються лише на природний рівень продуктивності та відтворювальних показників тварин. Дефіцит окремих поживних або біологічно активних компонентів раціону, який можна було б компенсувати за допомогою відповідних кормових добавок, може бути причиною неповної реалізації генетично зумовленого потенціалу продуктивності тварин [2].

Останнім часом одним із перспективних способів компенсації дефіциту біологічно активних речовин у раціонах свиней є використання мікроскопічної зеленої водорості хлорели. Її культивування у спеціально обладнаних штучних водоймах безпосередньо в умовах господарства дає можливість отримувати доступний біологічно активний кормовий ресурс. Введення хлорели до раціону сприяє збагаченню корму біологічно активними речовинами, покращує засвоєння поживних компонентів, стимулює прирости живої маси та може підвищувати стійкість молодняку і дорослих тварин до захворювань. У сукупності це створює передумови для підвищення економічної ефективності виробництва свинини [8, 9].

Хлорела є відносно недорогим і доступним засобом підвищення продуктивності свиней, що зумовлює зростання інтересу до її використання і в інших напрямах тваринництва [4, 11]. Важливою перевагою хлорели порівняно з низкою кормових добавок, особливо синтетичного походження, є відсутність негативного впливу на екологічну безпечність продукції тваринництва. Для культивування водорості та її подальшого використання у вигляді суспензії розроблено відносно прості технологічні установки. Їх розміщення безпосередньо на території господарства дає змогу забезпечувати тварин додатковим зеленим кормом протягом усього року [3, 10].

Згодовування суспензії хлорели може позитивно впливати на процеси травлення, підвищувати перетравність поживних речовин корму та сприяти

виведенню небажаних метаболітів із організму [6]. Водночас результати досліджень щодо ефективності використання хлорели у свинарстві, наведені в наукових джерелах, мають переважно фрагментарний характер. Наявних даних недостатньо для повного обґрунтування її включення до технологічної схеми вирощування молодняку свиней [5, 7].

З огляду на це **метою проведених досліджень** було визначення можливостей підвищення продуктивності свиней шляхом використання суспензії хлорели в раціонах у період їх вирощування.

Дослідження проведено в умовах СГПП «Техмет-Юг» Миколаївського району. У досліді використано помісний молодняк свиней поєднань велика біла × ландрас та велика біла × дюрок. Після відлучення поросят утримували групами у приміщенні з нормованими параметрами мікроклімату. Годівлю здійснювали повнораціонними комбікормами відповідно до загальноприйнятих норм [2].

За принципом аналогів було сформовано п’ять груп по 10 голів у кожній. Контрольна група отримувала лише основний раціон. Поросятам дослідних груп додатково з 5-ї до 30-ї доби згодовували суспензію хлорели у дозах 50, 100, 150 та 200 мл/гол./добу відповідно, змішуючи її з комбікормом.

Досліджували вплив суспензії хлорели на ріст, розвиток і збереженість молодняку свиней. Інтенсивність росту визначали за живою масою, абсолютним та відносним приростами. Живу масу встановлювали шляхом індивідуального зважування тварин у визначені вікові періоди, а розрахунки приростів проводили за загальноприйнятими у зоотехнії методиками.

Продуктивність свиней у період вирощування та відгодівлі оцінювали за показниками живої маси та збереженості (табл. 1).

Таблиця 1 – Вплив згодовування суспензії хлорели на ріст та збереження поросят, $\overline{X} \pm S_{\overline{X}}$

Група тварин	К-ть тварин, гол	Ж. м. поросят, кг			Збереженість до 6 міс., %
		при народженні	в 30 діб	в 180 діб	
№1 (контроль)	10	1,27±0,021	8,15±0,101	110,10±0,601	80,0
№2	10	1,28±0,015	8,45±0,150	113,50±0,125*	90,0
№3	10	1,27±0,027	8,95±0,195	117,55±0,746*	90,0
№4	10	1,28±0,019	8,80±0,220*	117,50±0,572*	90,0
№5	10	1,29±0,051	8,75±0,164	116,50±0,610*	90,0

Примітка: * – $P < 0,05$.

При народженні жива маса поросят усіх груп була практично однаковою – 1,27-1,29 кг ($P>0,05$), що свідчить про однорідність дослідного матеріалу. У 30-добовому віці маса поросят дослідних груп становила 8,45-8,95 кг проти 8,15 кг у контролі, а найвищий показник відзначено у групі №3 – 8,95 кг.

У 180-добовому віці жива маса тварин дослідних груп була вищою за контрольну (110,10 кг) і становила 113,50-117,55 кг. Найвищий показник зафіксовано у групі №3 – 117,55±0,746 кг, що на 7,45 кг, або 6,8% більше порівняно з контролем (P<0,05). Збереженість молодняку до 6-місячного віку у дослідних групах становила 90% проти 80% у контролі.

Отже, додавання суспензії хлорели до раціону сприяло підвищенню живої маси та збереженості поросят, причому найвиразніший ефект встановлено у тварин групи №3.

Середньодобовий приріст, як показник інтенсивності росту та ефективності використання поживних речовин корму, також характеризувався вищими значеннями у поросят дослідних груп (табл. 2).

Таблиця 2 – Вплив згодовування суспензії хлорели на середньодобові прирости поросят, $\overline{X} \pm S_{\overline{X}}$

Група тварин	К-ть тварин, гол	Середньодобовий приріст, г		
		від народження до 30 діб	з 30 до 180 діб	від народження до 180 діб
№1 (контроль)	8	229±4,52	679±7,24	605±5,36
№2	9	239±5,18	700±6,81*	623±5,94*
№3	9	256±4,67***	724±6,42***	646±5,21***
№4	9	251±5,03**	725±6,56***	646±5,47***
№5	9	249±4,86**	718±6,28**	640±5,13***

Примітка: * – P < 0,05; ** – P < 0,01; *** – P < 0,001.

У період від народження до 30 діб середньодобовий приріст у контрольній групі становив 229 г, тоді як у дослідних групах – 239-256 г. Найвищий показник зафіксовано у групі №3 – 256 г, що на 27 г, або 11,8%, більше за контроль (P<0,001).

У період з 30 до 180 діб прирости у дослідних групах становили 700-725 г проти 679 г у контролі. Максимальне значення відзначено у групі №4 – 725 г, що на 46 г, або 6,8%, перевищувало контроль (P<0,001).

За весь період вирощування (від народження до 180 діб) середньодобовий приріст у контрольній групі становив 605 г, а в дослідних – 623-646 г. Найвищий показник встановлено у групах №3 та №4 – 646 г, що на 41 г, або 6,8%, більше за контроль (P<0,001).

Таким чином, згодовування суспензії хлорели позитивно вплинуло на інтенсивність росту поросят. Найвищі середньодобові прирости за весь період вирощування отримано у групах, які одержували 100 та 150 мл суспензії хлорели на голову за добу.

Кратність збільшення живої маси характеризує інтенсивність росту поросят упродовж досліджуваного періоду (табл. 3).

Таблиця 3 – Вплив згодовування суспензії хлорели на показники кратності збільшення живої маси поросят

Група тварин	К-ть тварин, гол	Коефіцієнти ж. м.	
		від народження до 30 діб	від народження до 180 діб
№1 (контроль)	8	6,42	86,69
№2	9	6,60	88,67
№3	9	7,05	92,56
№4	9	6,88	91,80
№5	9	6,78	90,31

У період від народження до 30 діб коефіцієнт збільшення живої маси у контрольній групі становив 6,42, тоді як у дослідних групах – 6,60-7,05. Найвище значення зафіксовано у групі №3 – 7,05, що на 0,63, або 9,8%, більше за контроль.

До 180-добового віку показник у контрольній групі становив 86,69, а у дослідних – 88,67-92,56. Максимальне значення також встановлено у групі №3 – 92,56, що перевищувало контроль на 5,87, або 6,8%.

Таким чином, додавання суспензії хлорели сприяло підвищенню кратності збільшення живої маси поросят. Найвищі показники протягом усього періоду вирощування отримано у тварин групи №3, які отримували 100 мл суспензії хлорели на голову за добу.

Для комплексної оцінки інтенсивності росту визначали відносний приріст живої маси поросят (табл. 4).

Таблиця 4 – Вплив згодовування суспензії хлорели на відносний приріст поросят

Група тварин	К-ть тварин, гол	Відносний приріст, %		
		від народження до 30 діб	з 30 до 180 діб	від народження до 180 діб
№1 (контроль)	8	146,07	172,43	195,44
№2	9	147,38	172,28	195,54
№3	9	150,29	171,70	195,72
№4	9	149,21	172,13	195,69
№5	9	148,61	172,06	195,62

У період від народження до 30 діб відносний приріст у контрольній групі становив 146,07%, тоді як у дослідних – 147,38-150,29%. Найвище значення встановлено у групі №3 – 150,29%, що на 4,22% більше за контроль.

У період з 30 до 180 діб показники були близькими між групами: 172,43% у контролі та 171,70-172,28% у дослідних групах. За весь період вирощування

відносний приріст становив 195,44% у контрольній та 195,54-195,72% у дослідних групах. Максимальне значення відзначено у групі №3 – 195,72%.

Отже, згодовування суспензії хлорели мало найбільш виражений позитивний вплив на відносний приріст у ранній період вирощування. Найвищі значення показника отримано у поросят групи №3, які одержували 100 мл суспензії хлорели на голову за добу.

Висновки. Згодовування суспензії хлорели у дозах 50-200 мл/гол./добу позитивно вплинуло на продуктивність та інтенсивність росту молодняку свиней. У 180-добовому віці жива маса поросят дослідних груп перевищувала контроль на 3,40-7,45 кг, а збереженість молодняку становила 90% проти 80% у контролі. Найвищу живу масу (117,55 кг) та середньодобовий приріст за весь період вирощування (646 г) отримано у тварин, які одержували 100 мл суспензії хлорели на голову за добу. За цієї дози коефіцієнт збільшення живої маси становив 92,56 проти 86,69 у контролі, а відносний приріст у період до 30-добового віку – 150,29% проти 146,07%. Отримані результати свідчать про доцільність використання суспензії хлорели у дозі 100 мл/гол./добу для підвищення інтенсивності росту та продуктивності молодняку свиней.

Список використанних джерел

1. Аверчева Н. О., Соляник М. Б., Кушниренко В. Г. Ефективний розвиток свинарства у фермерських господарствах на основі застосування інноваційних підходів до годівлі тварин. Агросвіт, 2020. №7. С.63-70. DOI : 10.32702/2306-6792.2020.7.63.
2. Дяченко Л. С., Сивик Т. Л., Титарьова О. М. Годівля свиней: навч. посіб. для студентів освітньо-кваліфікаційних рівнів «бакалавр», «магістр» за спеціальністю: 204 – технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. Біла Церква. 2020. 53 с.
3. Золотарьова О.К., Шнюкова Є.І., Сиваш О.О. Перспективи використання мікроводоростей у біотехнології. Київ : Альтерпрес, 2008. 234 с.
4. Карунський О., Воронюк Т. Вплив суспензії хлорели на продуктивність та якість м’яса свиней, що знаходяться на відгодівлі. Аграрний вісник Причорномор’я, 96. 2020. С. 59-64. https://doi.org/10.37000/abbsl.2020.96.07.
5. Abdelnour S. A., Abd El-Hack M. E., Arif M., Khafaga A. F. & Taha A. E. The applicationof the microalgae Chlorellaspp. as a supplement in broiler feed. World's Poultry Science Journal, 2019. 75(2), 305-318. https://doi.org/10.1017/S0043933919000047.
6. Chlorella and spirulina microalgae as sources of functional foods, nutraceuticals, and food supplements; an overview / L.M. Andrade et al. MOJ Food Process Technol. 2018. 6 (1). P. 45-58. https://doi.org/10.15406/mojfpt.2018.06.00144.
7. Karunkyi O., Reznik T., & Kulidzhanov Y. Chlorella suspension and its usage in finishing pigs’ rations. Grain Products and Mixed Fodder’s, 19(1), 2019. 46-49. https://doi.org/10.15673/gpmf.v19i1.1321.

8. Madeira M. S., Cardoso C., Lopes P. A., Coelho D., Afonso C., Bandarra N. M., Prates J. A. M. Microalgae as feed ingredients for livestock production and meat quality: A review. Livestock Science. 2017. Vol. 205, pp. 111-121. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2017.09.020.
9. Saadaoui I., Rasheed R., Aguilar A., Cherif M., Jabri A. l, Sayadi H. S., Manning S. R. Microalgal-based feed: promising alternative feedstocks for livestock and poultry production. J Anim Sci Biotechnol. 2021. Vol. 12 (1), 76 p. https://doi.org/10.1186/s40104-021-00593-z.
10. Souza CMM, Bastos TS, Santos MCd. Microalgae use in animal nutrition. Res Soc Dev. 2021, 10: e53101622986. https://doi.org/10.33448/rsd-v10i16.22986.
11. Venckus P., Kostkevičienė J. & Bendikienė V. Green algae Chlorella vulgariscultivation in municipal wastewater and biomass composition. Journal of Environmental Engineering and Landscape Management, 2017. 25(1), 56-63. https://doi.org/10.3846/16486897.2016.1245661.

ВПЛИВ ПОЗАКОРЕНЕВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОНЯШНИКУ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Тимощук Олександр Ігоревич
аспірант
ORCID ID 0009-0004-5585-7287
Ткаченко Роман Сергійович
аспірант
ORCID ID 0009-0002-9751-4229
Кафедра агротехнологій та ґрунтознавства
Сумський національний аграрний університет, Україна

Соняшник є провідною олійною культурою в Україні, тому стабілізація його продуктивності в умовах змін клімату та інтенсифікації технологій вирощування залишається важливим науковим і виробничим завданням. За даними сучасних досліджень, рівень реалізації генетичного потенціалу гібридів істотно залежить від системи мінерального живлення, зокрема від застосування макро- і мікроелементів у різних етапи розвитку рослин [1, 2]. Встановлено, що оптимізація системи удобрення здатна суттєво впливати не лише на врожайність, а й на показники якості насіння, включаючи вміст та збір олії [3].

Наявні дослідження свідчать про суттєву генотипову специфічність реакції гібридів на формування листової поверхні та її підживлення, що проявляється у різному ступені реалізації врожайного потенціалу та формуванні якісних показників продукції [4, 5]. Особливої актуальності ці питання набувають для умов Лісостепу України, де поєднання високих температур і нестійкого

зволоження обмежує засвоєння елементів живлення з ґрунту [6]. Отже, необхідним є встановлення закономірностей формування врожайності та збору олії залежно від кратності застосування комплексних позакореневих підживлень, що має як наукове, так і практичне значення для удосконалення технології вирощування соняшнику.

На сучасному етапі технологій вирощування соняшнику дедалі більшого значення набуває застосування комплексних водорозчинних добрив для позакореневого живлення, які забезпечують швидке надходження макро- та мікроелементів безпосередньо через листкову поверхню. До таких препаратів належать полікомпонентні добрива, що містять азот і збалансований комплекс мікроелементів у доступних формах. Доведено, що комплексне позакореневе живлення активізує фотосинтетичну діяльність, покращує азотний обмін, сприяє формуванню генеративних органів та підвищує ефективність використання елементів живлення в умовах нестабільного зволоження [7, 8, 9].

За даними сучасних досліджень, внесення макро- і мікроелементів по листку у критичні фази органогенезу позитивно впливає не лише на рівень урожайності, а й на якість насіння, зокрема на накопичення олії [8, 10]. При цьому встановлено, що збір олії з гектара посіву є більш чутливим до змін системи живлення, ніж сама врожайність насіння. Причиною цього є одночасність реалізації кількісних (врожайність) і якісних ознак (вміст олії) [11]. Слід розуміти, що реакція гібридів на комплексні листкові підживлення має виражену генотипову специфічність, і це зумовлює необхідність порівняльної оцінки сучасних гібридів соняшнику за різної кратності застосування полікомпонентних добрив [7, 12].

Метою досліджень було визначити особливості реакції гібридів соняшнику на різну кратність листових підживлень ПОЛІАМІКСОМ за показниками урожайності та збору олії. ПОЛІАМІКС відноситься до водорозчинних комплексних добрив, що містить макроелементи та збалансований комплекс мікроелементів у доступних формах. Препарат призначений для корекції мінерального живлення рослин у критичні фази розвитку, підвищення інтенсивності фізіолого-біохімічних процесів та покращення реалізації продуктивного потенціалу культур.

Дослідження проводили у польових умовах за двофакторною схемою. Фактор А – гібрид соняшнику (Неома, Бріо, Білоба, МАС 80.ІР, МАС 87.А). Фактор В – кратність листкового підживлення: без підживлення (контроль), одноразове підживлення у фазі 6–8 листків та дворазове підживлення у фазі 6–8 листків і фазі «зірочки». Для листового підживлення застосовували комплексне добриво ПОЛІАМІКС, нормою 3 кг/га.

Дослід проводили протягом 2024-2025 років (Сумський район, Сумська область). Погодні умови періоду досліджень характеризувались вищими від середньо-багаторічних показниками суми температур. Сума опадів за весняно-літній період 2024 року склала 176 мм у 2025 році – 286 мм при середньо багаторічному значенні – 332 мм.

Результати досліджень засвідчили, що реакція гібридів соняшнику на листові підживлення карбамідом у поєднанні з мікроелементами була диференційованою і значною мірою залежала від кратності їх застосування. За відсутності листового підживлення формувався базовий рівень урожайності, який визначав потенціал кожного гібриду в умовах ґрунтового мінерального живлення.

Одноразове листове підживлення у фазі 6–8 листків забезпечувало помірне підвищення урожайності у всіх гібридів. Такий ефект пов'язаний із поліпшенням азотного та мікроелементного забезпечення рослин у період інтенсивного наростання вегетативної маси. Водночас величина приросту істотно варіювала залежно від природи гібриду, що свідчить про їх різну здатність реалізовувати додаткове листове мінеральне на ранніх етапах розвитку. Дворазове листове підживлення, проведене у фазі 6–8 листків і фазі «зірочки», у більшості випадків зумовлювало подальше зростання урожайності порівняно з однократним внесенням. Це вказує на важливість забезпечення рослин елементами живлення не лише у вегетативний період, а й у фазі формування генеративних органів. Разом із тим інтенсивність такого ефекту була неоднаковою, що підтверджує гібридну специфічність реакції на інтенсифікацію мінерального живлення.

Аналіз даних свідчить, що ефект позакореневого удобрення ПОЛІАМІКСОМ через формування додаткової прибавки врожайності відносно контролю залежав від кратності застосування препарату. ризувати ефективність листових підживлень. Установлено, що у ряді випадків зростання збору олії відбувалося переважно за рахунок підвищення урожайності, тоді як в інших – за рахунок поєднання приросту урожайності та підвищення олійності насіння. Реакція гібридів на різну кратність листкового підживлення має комплексний характер і визначається особливостями формування як кількісних, так і якісних показників продукції

Загалом, оцінка ефективності за показником збору олії продемонструвала більш виражену реакцію порівняно з урожайністю насіння. Одноразова обробка у фазі 6–8 листків забезпечувала помірне зростання збору олії. У середньому по досліду прибавка (відносно контролю) становила 0,1 т/га або 6,6 %. Найбільш помітний приріст спостерігався у гібридів Неома (+0,18 т/га; +12,5 %) та МАС 80.ІР (+0,18 т/га; +12,3 %). У гібридів Білоба та МАС 87.А одноразова обробка практично не змінила показник збору олії.

Дворазове застосування препарату було значно ефективним. У середньому по досліду за такою схемою позакореневого підживлення приріст збору олії становив 0,27 т/га (понад 17,3 %) відносно контролю. Максимальний ефект спостерігався у гібрида МАС80.ІР (+0,39 т/га), що свідчить про високу реакцію цього генотипу на повторне листове підживлення. У гібридів Неома та МАС 87.А прибавка перевищувала середній показник за варіантом, що також є суттєвою реакцією на повторну обробку ПОЛІАМІКСОМ.

У результаті встановлено значущий вплив кратності застосування ПОЛІАМІКСУ на формування олійної продуктивності. На відміну від показника

урожайності насіння, де ефект мав частково тенденційний характер, за збором олії вплив дворазового підживлення був стабільним для всіх гібридів.

Таким чином, збільшення кратності застосування препаратом ПОЛІАМІКС забезпечувало більш повну реалізацію потенціалу культури саме через підвищення показника виходу олії.

Висновки. 1. Середня прибавка врожайності зерна від одноразової обробки ПОЛІАМІКСОМ становила +0,21 т/га, або +6,5 % відносно контролю; 2. Середня прибавка від дворазової обробки становила +0,47 т/га, або +14,2 % відносно контролю, що свідчить про підвищення ефективності застосування за повторного внесення; 3. За показниками виходу олії з 1 га суттєвий ефект, + 0,27 т/га або +17,3% забезпечувало дворазове підживлення.

Список використаних джерел

1. Тоцький В. М., Гангур В. В., Поляков І. А. Урожайність та якість насіння гібридів соняшнику (Helianthus annuus L.) залежно від системи удобрення. Scientific Progress & Innovations. 2024. № 27 (3). С. 5–11. DOI: 10.31210/spi2024.27.03.01.
2. Турак Р. О. Продуктивність соняшнику залежно від системи удобрення в умовах Західного регіону України. Український журнал природничих наук. 2025. № 12. С. 240–247. DOI: 10.32782/naturaljournal.12.2025.24.
3. Kachanova T., Manushkina T., Petrova O., Shevchuk N. Productivity of higholeic sunflower when grown in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science. 2023. Vol. 27. № 1. P. 41–50. DOI: 10.56407/bs.agrarian/1.2023.41.
4. Сахошко М. М., Кравченко М. Й., Яценко В. М., Колосок І. О. Розвиток листкової поверхні та структура продуктивності гібридів соняшнику в умовах північно-східного Лісостепу України. Вісник Сумського НАУ. Серія «Агрономія та біологія». 2019. Вип. 1–2 (35–36). С. 33–39. DOI: https://doi.org/10.32845/agrobio.2019.1-2.5
5. Черно О. Д., Усатюк О. В. Ріст рослин соняшнику за різних сценаріїв застосування мікродобрив. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. 2025. Т. 107. № 1. С. 439–444. DOI:10.32782/2415-8240-2025-107-1-439-444
6. Балюк С. А., Медведєв В. В., Носко Б. С. Адаптація агротехнологій до змін клімату: ґрунтово-агрохімічні аспекти. Харків: Стильна топографія, 2018. 364 с.
7. Crista F., Radulov I., Imbrea F., Manea D. N., Boldea M., Gergen I., Ienciu A. A., Bănăţean Dunea I. The Study of the Impact of Complex Foliar Fertilization on the Yield and Quality of Sunflower Seeds (Helianhtus annuus L.) by Principal Component Analysis. Agronomy. 2023. Vol. 13. № 8. P. 2074. DOI:10.3390/agronomy1308207
8. Jarecki W. Response of oilseed sunflower (Helianthus annuus L.) to foliar micronutrient fertilization. Journal of Elementology. 2025. Vol. 30. № 2. P. 207–220. DOI:10.5601/jelem.2025.30.1.3536

9. Hussain S., Khalili A., Qayyum A., Khan S. U., Mehmood A., Ahmad G., Zeng, Y. Optimizing sunflower (Helianthus annuus L.) hybrids growth, achene and oil yield through soil applied sulphur and zinc. Scientific Reports. 2025. Vol. 15. № 1. P. 13829. https://doi.org/10.1038/s41598-025-96800-2
10. Шейко І. М., Хоміна В. Я. Показники структури врожаю різностиглих гібридів соняшнику залежно від впливу мікродобрив в умовах Лісостепу західного. Аграрні інновації. 2025. № 33. С. 368–373. https://doi.org/10.32848/agrar. innov.2025.33.59
11. Hanhur V., Kosminskyi O., Len O., Totskyi V. Influence of fertilizer on sunflower productivity and seed quality. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, 2022. № 2. P. 50–56. doi: 10.31210/visnyk2022.02.05
12. Мельник А. В., Троценко В. І., Говорун С. О. Винос основних елементів живлення рослинами соняшнику залежно від сортових особливостей, попередників і норм мінеральних добрив в умовах північно-східного Лівобережного Лісостепу України. Scientific Progress & Innovations. 2015. № 1-2. С. 25–28. DOI: 10.31210/visnyk2015.1-2.03.

Section: Art History and Literature

УДК 75.054 : 378.016] : 378.6(477.411)НАОМА

DOI 10.70286/EOSS-31.08.2026.003.30-34

ЖИВОПИС У СЦЕНОГРАФІЇ НАОМА

Храпачов Олександр
orcid.org/0000-0003-2261-0195
старший викладач
Кафедра живопису і композиції
Національна академія образотворчого мистецтва і архітектури
м. Київ, Україна

Анотація. Метою статті є дослідження живописної складової у освітньому процесі підготовки студентів-художників сценографії та кіносценографії, у межах навчальної програми «Сценографія та мультимедіа» освітнього рівня бакалавр у Національній академії образотворчого мистецтва і архітектури (НАОМА). У сценографічній практиці живопис виступає як ключовий компонент художньої структури, оскільки саме він забезпечує формування цілісного візуального образу сцени, визначає її тонально-колористичну організацію та сприяє створенню емоційно-естетичного настрою постанови. Завдяки живописним засобам сценічний простір набуває завершеності та художньої виразності, що робить його невід'ємним елементом театральної дії. Водночас, незважаючи на його концептуальну вагу, живопис у контексті сценографії залишається недостатньо дослідженим феноменом. У наукових та критичних дискусіях про сценографію переважно акцентують увагу на акторській грі, костюмах, архітектоніці декорацій чи технічних аспектах постановки, тоді як живописна природа сценічного середовища часто опиняється поза межами аналітичного розгляду.

Ключові слова: живопис, композиція, простір, сценографія, кіносценографія, НАОМА.

Вступ. Підготовка студентів-художників сценографії та кіносценографії в межах освітньої програми «Сценографія та мультимедіа» освітнього рівня бакалавр у НАОМА має багатовимірний та комплексний характер. Вона охоплює широкий спектр дисциплін — від композиції, рисунку та історії сценографії до ґрунтовного опанування живопису, який виступає не лише технічною навичкою, а й невід'ємною складовою професійного становлення майбутнього сценографа.

Виклад основного матеріалу.

Живопис у структурі сценографії посідає особливе місце. Він формує завершений зовнішній образ сцени, визначає її тональний лад, колористичну драматургію та емоційний настрій постановки. Саме завдяки живопису

сценографічний простір набуває художньої цілісності, стає здатним передавати багатошарові смисли та емоційні стани. Проте, попри його фундаментальну роль, живопис у сценографії досі залишається недостатньо дослідженим явищем. У науковому дискурсі акценти здебільшого зміщуються на гру акторів, костюми, побудову декорацій чи технічні аспекти постановки, залишаючи поза увагою живописну природу сценічного середовища.

Мистецька школа НАОМА має власну традицію. Одним із провідних класиків є Данило Лідер, на честь якого з 2010 року проводиться триєнале сценографії. Його творчість стала важливим орієнтиром для формування сучасної української сценографічної школи, а сама триєнале — майданчиком для обміну досвідом та осмислення нових тенденцій у мистецтві театру й кіно.

Академічна програма з живопису на кафедрі сценографії та мультимедіа вибудувана так, щоб поступово формувати у студентів здатність володіти різними реалістичними та формально-живописними методами. На молодших курсах акцент робиться на опануванні базових академічних навичок — рисунку, пропорцій, анатомії, роботи з кольором. Це створює фундамент, без якого неможливе подальше професійне зростання.

На старших курсах дисципліна живопису набуває спеціалізованого характеру й переходить у формат «спецживопису». Тут студенти працюють над більш складними завданнями, безпосередньо пов’язаними з професійними потребами сценографа: створенням живописних постановок у русі, моделюванням сценічного простору, пошуком колористичних рішень для майбутніх вистав. Саме на цьому етапі академічні навички трансформуються у інструменти сценографічного мислення, а живопис постає як мова, здатна формувати сценічний образ у його емоційній та просторовій повноті.

Дисципліна «спецживопис» потребує нового осмислення. Вона досі не має чітко окреслених академічних рамок і усталених методичних критеріїв. Сучасний театр і кіно вимагають ширшого спектра художніх рішень — від роботи з рухом і простором до створення емоційних станів, колористичних атмосфер і сценічних метафор. Тому необхідна оновлена методика викладання, яка відповідала б реальним потребам сучасної сценографії.

Живопис у сценографічній освіті постає передусім як просторова дисципліна. Він вимагає переходу від класичної постановки до складного просторового мислення, де живописне рішення поєднується зі світлом, композицією та драматургією сценічної дії. Театральний художник працює не лише через образ актора чи костюм, а передусім через простір, який впливає на акторську гру: через порожнечу та наповненість, через акценти світла, що формують атмосферу сцени.

Якщо говорити про сучасний підхід, то живопис у сценографічній освіті постає передусім як просторова дисципліна. Він вимагає не лише володіння академічними навичками, а й поступового переходу від класичної постановки до складного просторового мислення, де живописне рішення поєднується з

формальними засобами, світлом і відчуттям сценічної дії, за «наявності конфліктного мислення». (Павленко, 2017: 37)

Сценічний простір у театрі завжди несе в собі потенціал дії. Він ніби чекає на подію, зберігає її можливість і водночас провокує її виникнення, «метафорично» (Маслобойщиков, 2017: 68-69). Справжня глибина розкривається лише тоді, коли живописні принципи — колір, світло, композиція — працюють у синтезі з драматургією та акторською дією (Клековкін, 1991). Саме тому академічний живопис стає для сценографа не просто технікою, а способом мислення, здатним формувати «багатовимірний простір театральної події» (Клековкін, 1995: №1).

У межах академічного живопису, спрямованого на підготовку сценографа, поняття театрального простору розглядається як особливе художнє явище, що поєднує в собі матеріальність і умовність (Клековкін, 1995: №2). Такий простір не прагне до буквального відтворення реальності — він функціонує як узагальнена живописна модель, здатна породжувати багатошарові смисли, асоціації та емоційні стани (Клековкін, 1999). Саме тому сценічний простір у сценографічному живописі мислиться не як копія дійсності, а як художня конструкція, що відкриває можливість для інтерпретації (Клековкін, 1995: №3).

У навчальній практиці це означає відмову від надмірної деталізації на користь цілісного композиційного та колористичного рішення. Студент має навчитися бачити постанову як живописний організм, де головну роль відіграють тональний лад, колірна драматургія та ритм просторових відношень.

Для художника сценографії, який проходить школу академічного живопису, це означає необхідність мислити сцену як живописний твір: відчувати колір як носій настрою, простір як композицію, а світло як головний драматургічний інструмент. Живопис стає не просто навчальною дисципліною, а основою художнього бачення, що дозволяє створювати сценічні образи, здатні не лише відтворювати, а й формувати нову театральну реальність.

Сценографічний образ має звертатися до уяви глядача (Лідер, 2004: 37), дозволяючи йому «добудувати» цілісність через асоціації. Саме метафоричність, побудована на ланцюгу образних перегуків, найбільш відповідає природі живописної сценографії.

Академічний живопис, виходячи за межі буквального зображення, прагне до свободи вираження, подібної до музичної: він руйнує звичні зв’язки з реальними предметами, щоб передати не зовнішню форму, а внутрішній стан. У цьому сенсі колір і форма набувають «звучання», а композиція розгортається за законами симфонічного розвитку.

У сценографії існує широкий спектр засобів для створення художнього образу — простір, світло, музика, ідея та інші елементи. Проте, коли йдеться про підготовку майбутніх сценографів у межах дисципліни «живопис», головний акцент робиться на академічній основі. Це означає, що першочерговим завданням є оволодіння правильними пропорціями та знаннями анатомії людини. Лише після цього можна переходити до пошуку мистецьких інтерпретацій і

творчих трансформацій виражальних засобів. Адже будь-який справжній мистецький твір ґрунтується насамперед на міцній академічній освіті.

ВИСНОВКИ.

Живопис у сценографічній освіті Національної академії образотворчого мистецтва і архітектури постає не просто як одна з технічних дисциплін, що формує базові навички роботи з кольором чи композицією, а як справжня основа художнього мислення майбутнього сценографа. Він є тією сферою, де студенти вчаться бачити сцену не як набір декорацій, а як живий простір, що має власну драматургію, ритм і емоційний лад. Саме через живопис формується здатність працювати з простором, світлом і кольором як інструментами, що не лише оформлюють сцену, але й стають рівноправними учасниками театральної дії.

У процесі навчання живопис поступово трансформується з академічної вправи у спосіб мислення: студенти починають усвідомлювати, що кожен мазок пензля, кожна тональна гама чи колористичне рішення здатні створювати атмосферу, яка визначає характер постановки. Простір сцени у цьому контексті постає як багатовимірна структура, де живопис взаємодіє зі світлом, архітектурою декорацій та акторською грою. Театральний художник, який володіє живописним мисленням, здатний перетворити сцену на особливу реальність, де колір стає символом, світло — драматургічним акцентом, а композиція — основою для розвитку події.

Живопис у сценографії вимагає від студента відмови від надмірної деталізації на користь цілісного бачення. Він навчає сприймати сцену як єдиний художній організм, де важливими є не окремі елементи, а їхня взаємодія та гармонія. Саме тому дисципліна живопису у НАОМА виходить за межі традиційного навчання і стає ключем до розуміння театрального простору як живої матерії, що здатна змінюватися залежно від драматургії та режисерського задуму.

Таким чином, живопис у сценографічній освіті — це не лише техніка, а мова, якою майбутній сценограф говорить зі сценою і глядачем. Це мова, що дозволяє створювати нову театральну реальність, де простір, світло і колір стають не просто засобами оформлення, а драматургічними інструментами, які формують емоційний і смисловий вимір вистави

Список використаних джерел

1. Даніїл Лідер. Театр для себе. (Упорядник О. Островерх). – Київ: Факт, 2004. –104 с.
2. Клековкін О. Данило Лідер. Людина та її простір. Недільні розмови з майстром, записані в його білій майстерні. журнал Український Театр. - Київ. №6(173). 1991. - С.10-11.
3. Клековкін О. Данило Лідер. Людина та її простір. Недільні розмови з майстром, записані в його білій майстерні. журнал Український Театр. - Київ. №1(192). 1995. - С.26-29.

4. Клековкін О. Данило Лідер. Людина та її простір. Недільні розмови з майстром, записані в його білій майстерні. журнал Український Театр. - Київ. №3(194). 1995. - С.24.
5. Клековкін О. Данило Лідер. Людина та її простір. Недільні розмови з майстром, записані в його білій майстерні. журнал Український Театр. - Київ. №1-2. 1999. -С.17.
6. Маслобойщиков С. Сцена с учителем. 100-ліття Данила Лідера. Журнал Антиквар. -Київ. №5-6(102) травень-червень. 2017. С. 68-69.
7. Павленко Г. Гарячий подих життя. Творча лабораторія Данила Лідера. журнал Кіно-Театр. - К: Києво-Могилянська академія. №6(134). 2017. – С. 36-38.

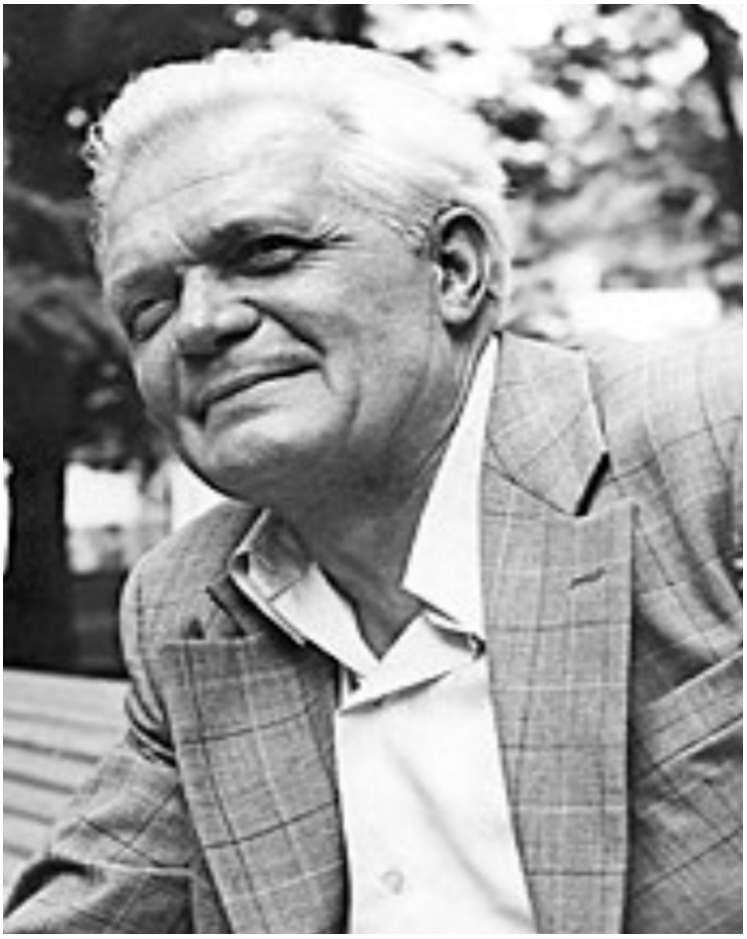
A PRIORITY COMPONENT OF FAMILY RELATIONSHIPS: A STUDY BASED ON PAVLO HLAZOVYI'S HUMOROUS POEM «THE WISE DAD» IN PRACTICAL WORK WITH UNIVERSITY APPLICANTS

Sherbon Fedir
Senior Lecturer of Acting
Drama Directing Department
I.K. Karpenko – Karyi National University of
Theatre, Cinema and Television, Kyiv, Ukraine.
Member of the National Academy of
Sciences and Arts of Ukraine
Member of the National Union of
Theatre Artists, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0009-0004-4971-3340
Sherbon Olena
Senior Lecturer,
General and Specialized Piano Department
National Music Academy of Ukraine, Kyiv
Member of the National Academy of
Sciences and Arts of Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0009-0001-6539-005X

ABSTRACT. In this article, we examine the specifics of the rehearsal process—focusing on the theme of family relationships—within preparatory courses for theater university admission. We aim to help prospective students immerse themselves in the «given circumstances» of the material and stand out amidst fierce competition before the admissions committee.

KEYWORDS. Inciting event, action, past life, illustration of content, musical background.

When searching for practical material for the admissions process for a theater and film acting program, a prospective student faces a choice: which theme should be prioritized? What subject matter should be explored through their acting performance to—by showcasing the full depth of their psychophysical capabilities—secure a chance to study at a specialized university? Drawing on our extensive experience, we encourage applicants to delve into themes concerning the family, the parent-child relationship, and parental competence. We recommend using Pavlo Hlazovyi's humorous piece «The Wise Dad» for practical work; in this satirical work, the author examines the nuances of the behavioral patterns of the father, mother, and son.



We emphasize a crucial initial step: the ability to analyze the material based on events and the characters' actions, as well as the capacity to pose questions from the characters' perspectives, grounded in the given circumstances. We recommend starting with the following questions: Is the bond of love within a family innate, or is it acquired through experience? Can the dynamics of a relationship evolve in such a way that this love disappears? Do a mother and father need to learn how to fully carry out their parental responsibilities? In essence, a wide range of such questions will play a role in strengthening the emotional bond between parents and their child.

The UN Convention on the Rights of the Child emphasizes the importance of democratic relationships within the family. The document highlights the need to support children while also assisting parents in fulfilling their responsibilities. It

focuses on key aspects of parental competence, such as practical child care, ensuring safety, fostering emotional warmth, providing stimulating elements, and instilling life values.

When discussing basic care, we naturally refer to parents meeting the child's needs for food, clothing, play, and rest, as well as attending to hygiene requirements. Naturally, the ability to care for the child during illness is also included in this category. Regarding safety, it is a direct parental duty to create a safe living environment for the child. In our view, one of the key elements of a child's upbringing and development is the parents' ability to convey emotional warmth. If parents ignore a child's questions—failing to set aside specific time for them (even at the cost of resting after the workday)—this can lead to the child becoming emotionally distant.

The analysis of family relationships described above will serve as a key for the prospective student in practically mastering Pavlo Hlazovyi's humorous sketch. We have provided topics for etudes exploring the characters' past lives; through these etudes, the student will be able to immerse themselves deeply in the specific «proposed circumstances.»

When performing a humorous piece during the acting entrance exam for theater school, we recommend playing Chopin's elegant and refined «Waltz in cis-moll (Op. 64, No. 2) as background music. Its poised, exquisite, and calm character contrasts with the content of the humorous piece, seemingly evoking the ideal father-son relationship that should exist in every family. This atmosphere of unhurried storytelling helps the applicant immerse themselves more deeply in the work's given circumstances and stand out amidst the fierce competition for admission to the theater university [1, 2, 3].

Every spring, the author of this article teaches acting to prospective students preparing for admission to the Karpenko-Karyi Kyiv National University of Theatre, Cinema and Television. Meanwhile, the article's co-author has spent a quarter of a century exploring the music of Chopin's waltzes with students from the National Music Academy of Ukraine. Drawing on this extensive experience, we ventured to creatively combine two distinct genres of miniatures—waltz music and theatrical poetry—during the entrance examinations.

At the end of this article—specifically in the list of sources—you can access the humoresque and the waltz via our link. [4, 8].

Reference

1. Glazovui P. Gumoresku. Ababagalamaga.2007. P. 7 [in Ukrainian]
2. Bible. Kyiv, 2020, Колос.3:17-21. P. 1116. [in Ukrainian]
3. Desiatnuk. G., Lumar L. Pidgotovka do ekranoi robotu. Kyiv,2020,108 P. [in Ukrainian]
4. Chopin F. Valtz cis- moll. (Op.64,No 2). 2021. https://youtu.be/2q7-JhLo-WQ?si=rVr9t4594Nng_4Mo

5. Sherbon O. About me. 2021. https://youtu.be/Dy6xagy_ZpQ?si=F43u8XVZDJ1Tisuc
6. Sherbon F. About my work. 2025. https://youtu.be/eJfDKkIGISU?si=FsB-wtbcWx8pJCR7
7. Sherbon F. About my professional activities. 2026. https://youtu.be/v2QhT3NacG0?si=1O3ieuRpm0hPOtRN
8. Sherbon O., Sherbon F. Gumoreska Glazovogo « Mydrui tato».2026. https://youtu.be/5QXhV4jU7oM?si=2U6-NxionuwDVobn

УДК 792.01:82-2

DOI 10.70286/EOSS-31.08.2026.004.38-40

СМИСЛОВЕ НАВАНТАЖЕННЯ ТА СЦЕНІЧНА ФУНКЦІЯ РЕМАРОК

Янушевич Інна Олександрівна
викладач
Кафедра режисури
Харківська державна академія культури
м. Харків, Україна

Анотація: У тезах досліджено еволюцію авторської ремарки від технічної сценічної вказівки до повноцінного драматургічного інструменту художньої комунікації та смислотворення – формуванні підтексту, організації сценічної дії та взаємодії між автором, режисером і глядачем. Обґрунтовано функціональний поділ ремарки на просторово-часові, психофізичні та концептуально-епічні типи й окреслено типові помилки їх використання.

Ключові слова: драматургія; драматичний текст; ремарка; функціональні типи авторської ремарки; просторово-часові ремарки; психофізичні ремарки; концептуально-епічні ремарки; ефективність ремарки; підтекст.

Ремарка вже на початку XIX ст. втрачає статус технічного, допоміжного елементу драматургічного тексту та набуває сенсу рівноцінної драматичної дії [1]. Вона із нейтральної сценічної вказівки перетворюється у самодостатній елемент драматичного тексту, який жваво долучається до розкриття образів та формуванні міжтекстової взаємодії. Новітні методологічні підходи потребують переоцінки ремарки як повноцінного інструменту художньої комунікації та сюжетнотворчого чинника, який перетворює літературне слово на сценічну дію.

Метою дослідження є визначення функціональних особливостей авторської ремарки в драматичному тексті, аргументація її поділу на просторово-часові, психофізичні та концептуально-епічні типи, а також аналіз еволюції ремарки від технічного інструктора актора концептуального підтексту та визначення.

Драматичний текст є унікальним синтетичним явищем, що існує на стику художньої літератури з сценічним мистецтвом. Зважаючи на це, ремарка виконує роль впорядника задумом драматурга та режисерською експлікацією.

Еволюція ремарки як у європейському так і у українському театрі, демонструє перехід від зовнішньої фіксації мізансцени до глибинної психологізації простору. Розглянемо три основні типи ремарок: просторово-часові, психофізичні та концептуальні.

Просторово-часові ремарки це ремарки які ми бачимо на початку кожної події. Вони визначають опис матеріального світу, у якому розгортається дія: координати події (М. Куліш «Мино Мазайло», «1920 рік, вечір, кабінет Мазайла») архітектоніку сцени та речове середовище (як влаштована сцена). Е. Г. Крейг критично відносився до подібних ремарок і називав їх авторським диктатом. За його словами, драматургу потрібно було писати тести та діалоги, де стоятиме комод і якого він буде кольору буде вирішувати художник [3]. Він вважав, що така деталізація обмежує фантазію режисера та сценографа. Сучасні автори зробили ремарку лаконічною і замість «списку меблів» надали їй емоційний маркер – фразу, в якій задається атмосфера, настрій та емоції, залишаючи режисеру і сценографу свободу для творчості. Ремарка XIX ст.: «Кімната у будинку купчихи. В центрі зали великий круглий дубовий стіл, засланий червоною оксамитовою скатертиною та 12 дубових різних стільців. Ліворуч стоїть дубова шафа, праворуч – софа на гнутих ніжках. Посеред столу стоїть сервіз…». Ремарка XXI століття: «Простір, на якому розташовано багато речей і замало світла та повітря. Тхне старістю та самотністю».

Психофізичні ремарки поєднують в собі два поняття – психіку (емоції, почуття героїв) та фізику тіла (рухи, голос) – описують внутрішній світ персонажа. Автор кодує емоції героя через фізичні прояви: міміку («зненацька збліднів», «погляд згасає»), жести («нервово роздає карти», «раптово стискає кулаки»), специфіку мовлення («задихаючись», «напівголоса»). К. С. Станіславський вважав, що найважливіше між героями відбувається тоді, коли вони мовчать [5]. Ремарки «пауза» і «мовчать» народжують підтекст, прихований у репліках героїв: слова стають зайвими і бідними, коли людина переживає стрес, шок та біль і на перший план виходить психофізична ремарка. Приклад такої ремарки:

Уляна: Не кохаю я тебе, Василю. (Мовчить і дивиться у підлогу, тремтячими руками намагається зав’язати хустку).

Ремарка видає справжні почуття Уляни і показує, що дівчина бреше. Глядач відчуває її внутрішній біль через мовчання. А тремтячі руки – це фізичний прояв її внутрішнього стану.

Концептуально-епічні ремарки перетворюють ремарку у голос автора (оповідача). Прикладом такої ремарки може стати теорія епічного театру Б. Брехта, де слово «епічний» означає «оповідальний» і ремарка голосом оповідача звертається до глядача. Вона вже не технічна підказка акторові і режисеру, вона є політичним коментарем, який пояснює головну ідею вистави

[2]. Прикладом є сцена, в якій мати втратила сина, в цей час на сцену виходить автор і заявляє: «Сцена третя. В ній глядач побачить як скупість пожирає душу, приводить до відмови до власної дитини».

В українському театрі пояснення природи ремарки зробив Л. Курбас. В своїй праці «Філософія театру» він наголошував, що драматургічний текст являє собою партитуру жестів. Термін «партитура» він запозичив у музики і стверджував, що драматургічний твір надає ноти для людського тіла в просторі [4]: літературний тест повинен бути описувати який мімічний рух, жест ці слова провокує. Об'єднання ремарки і тексту окреслюють безперервний пластичний малюнок дії. Така синергія провокує внутрішній вибух емоцій, який народжує фізичну дію.

Аналіз сучасних драматургічних творів виявив типові помилки, які найчастіше зустрічаються при написанні ремарок. На першому місті – тавтологість. Вона з'являється у тексті, коли автор не вірить у написано власною рукою і починає описувати емоцію героя, яка і зрозуміла із слів (Микола (роздратовано): «Я тебе ненавиджу»). Друге посідає літературний психологізм. Він з'являється коли автор починає із п'єси робити роман, а процес, їм прописаний, залишається лише в голові героя (Софія: «Я не відчиню двері». Ремарка: у цей час вона пригадала як у дитинстві він ображав її, лупцював і як вона ховалася у сусідів). На третьому місті – прибирання функції режисера. Автор надмірно описує усі деталі від руху пальця до перестановки меблів на сцені. Це простір режисера та сценографа (Ремарка: Підіть праворуч на п'ять кроків до шафи, візьміть лівою рукою віти, що стоять і вазі…)

Ефективність ремарки вимірюється її дієвою лаконічністю: текст повинен вказувати акторові та режисеру на прихований підтекст (оминаючи тавтологію), передавати почуття мовою тіла (без чистої літератури) та надавати вектор руху (без диктатури деталізації). Ремарка остаточно втратила технічно-службовий статус і перетворилася на повноцінний філософсько-естетичний коментар драматурга.

Список використаних джерел

1. Баранник Д. Х., Гай Г. М. Драматичний діалог. Питання мовної композиції. Київ: Вид-во Київ. університету, 1961. 164 с.
2. Брехт Б. Про театр / пер. з нім. Київ: Мистецтво, 1970. 320 с.
3. Крейг Е. Г. Про мистецтво театру. Київ: Мистецтво, 1974.
4. Курбас Л. Філософія театру /упоряд. М. Лабінский. Київ: Вид-во Соломії Павличко «Основи», 2001. 917 с.
5. Станіславський К. С. Робота актора над собою. Київ: Мистецтво, 1953. Ч.1-2.

Section: Automation and Robotics

FIBER-OPTIC SENSOR RESTORATION SYSTEM FOR NUCLEAR POWER PLANT MONITORING

[1]Sandler Albert
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0709-0542
[2]Romanovska Olha
Senior Lecturer
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3386-836X
[3]Palagin Oleksandr
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6533-5894
[1,2,3]Danube Institute of National University
"Odessa Maritime Academy", Ukraine

ЗАСІБ ВІДНОВЛЕННЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИХ ДАТЧИКІВ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЯДЕРНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК

[1]Сандлер Альберт Кирилович
кандидат технічних наук, доцент
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0709-0542
[2]Романовська Ольга Романівна
старший викладач
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3386-836X
[3]Палагін Олександр Миколайович
кандидат технічних наук, доцент
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6533-5894
[1,2,3]Дунайський інститут Національного університету
"Одеська морська академія, Україна

Abstract. To expand the application scope of fiber-optic sensors in nuclear power plants, it is necessary to solve the technical problem of a sharp increase in optical attenuation under ionizing radiation conditions, resulting from radiation-induced darkening of the waveguide material. Optical stimulation is one of the most effective factors for inducing the decay of radiation-induced color centers and reducing radiation-induced coloration in irradiated glass. Retunable lasers have demonstrated high effectiveness in the photostimulation of irradiated glass. This study presents a design concept for a ring quantum cascade laser (QCL) with piezoelectric control that combines single-mode continuous tuning, characteristic of DFB lasers, with an

extended tuning range. The proposed laser uses a single ring QCL with a tunable diameter. The ring is coupled to a bus waveguide. This configuration allows multi-ring spectral scanning while maintaining stable emission through unidirectional lasing. Unlike traditional tunable lasers, the device achieves mode-hop-free tuning over a broad spectral range, is robust to high levels of optical feedback, and supports laser-beam combining to provide broad spectral coverage.

Keywords: photostimulation, laser, fiber optic sensor, optical fiber

Introduction. Fiber-optic sensors (FOS) have a number of significant advantages that make them indispensable for use in nuclear power engineering. The safety and long-term metrological stability of FOS in this field are ensured by:

- radiation resistance of fiber-optic sensors and cables;
- absence of mechanical resonances of the sensor at frequencies up to 200 Hz;
- resistance to electromagnetic interference in the frequency range of 200 kHz and 18 … 20 MHz;
- high reliability of the FOS sensing element;
- temperature-insensitive pressure measurements over a wide temperature range;
- self-calibration of the sensor without interrupting the measurement process.

Modern FOS fully meet these requirements, especially intelligent fiber sensors, which can self-calibrate, i.e. autonomously adjust their operation by modifying their internal parameters in accordance with the calibrated value.

However, to expand the scope of application of FOS in nuclear power engineering, it is necessary to solve the technical problem of a sharp increase in optical attenuation under conditions of ionizing radiation, resulting from radiation-induced darkening of the waveguide material.

It is known that the effect of ionizing radiation on glass leads to the formation of local defects in its structure that absorb light. These defects are called radiation-induced color centers (RCCs). In optical information and measurement systems, where such defects are formed, they are additionally exposed to the optical radiation used during system operation. As a rule, this causes the photostimulated decay of RCCs. Similar processes occur, for example, in optical systems of nuclear power plants, spacecraft, excimer laser windows, and viewing windows of hot cells designed for handling radioactive materials, as well as in other similar environments. In addition, photostimulated decay of RCCs can be induced specifically to accelerate the restoration of transparency of radiation-darkened optical-system components or to record holograms. When studying photostimulated decay of RCCs, as in any other light-dependent phenomena, an important empirical parameter is the dependence of the change in RCC absorption on the intensity of light exposure. Traditionally, this parameter is expressed in terms of the energy fluence of the activating optical radiation. To determine such dependencies, optical fibers or glass samples with a small thickness in the direction of propagation of both ionizing and activating optical radiation are usually used. Such a limitation is caused by two factors. Namely, the small size of the samples ensures a uniform distribution of ionizing radiation throughout their volume during the formation of RCCs. In addition, the small thickness allows a uniform

distribution of optical energy throughout the sample volume during irradiation. This is important to ensure that the total ionizing radiation dose and optical radiation energy are accurately determined during the measurements [1-3].

However, in spectrophotometric analysis of RCC absorption, additional requirements arise for the thickness of the samples, associated with the need to ensure high measurement accuracy. Simultaneous fulfillment of these requirements is often difficult, and sometimes even impossible. On the other hand, traditional approaches to performing such studies are associated with additional difficulties. In order to characterize the photostimulated decay of RCCs as a function of irradiation dose, it is necessary to prepare several samples, subject them to repeated irradiation, and perform the corresponding number of measurements. This significantly increases the total workload and the associated costs [4 - 7].

The purpose and objectives of the study are to develop an effective means of inducing the decay of RCCs in FOS materials in order to rapidly restore their optical properties.

Research results. As is known, optical stimulation is among the most effective mechanisms responsible for the decay of RCCs and the reduction of radiation-induced coloration in irradiated glass. Namely, irradiation of glass materials with light whose photon energy corresponds to the absorption bands of the color centers. As a result of such an effect, photostimulated recombination luminescence is induced in irradiated glass - a process in which radiation-induced defects (electron and hole centers) disappear under the influence of light, thereby restoring the transparency of the material.

Tunable lasers have demonstrated the highest effectiveness in the photostimulation of irradiated glass. Tunable lasers are characterized by compactness, a wide range of available wavelengths (from the visible to the terahertz range), and high output power, which often reaches several watts.

However, despite the considerable variety of tunable lasers, a fundamental trade-off between tuning range and tuning accuracy remains; achieving continuous tuning over a wide frequency range remains a challenging scientific and engineering problem.

To implement semiconductor tunable lasers, one of two main design approaches is usually used.

The basis of the first is the distributed feedback (DFB) configuration, where a periodic grating is fabricated along the laser ridge. The grating provides frequency-selective optical feedback, amplifying one wavelength in the gain medium and suppressing others. Tuning is achieved by adjusting the laser control current or its temperature.

The second design approach is based on an external-cavity configuration, where a rotating diffraction grating reflects one wavelength back into the laser resonator, thereby inducing laser oscillation. The wavelength of the reflected radiation is adjusted by mechanically varying the grating angle.

DFB lasers require complex fabrication processes and can only be tuned over a small range around their central wavelength. This narrow tuning range can be

compensated for by combining several DFB lasers on a single chip and combining their output signals using free-space multiplexers or integrated optical components. The advantage is mode-hop-free tuning, making them attractive mid-infrared sources for photostimulation studies.

External-cavity lasers are also complex to manufacture, but they provide a much larger tuning range compared with DFB lasers, often exceeding hundreds of cm^{-1}. However, their capabilities are largely limited by the complexity of their optomechanical systems and their frequent susceptibility to mode hopping.

However, a solution that is largely free from these disadvantages has already been proposed [8]. This study presents a new type of semiconductor tunable laser that combines the smooth tunability of DFB lasers over an extended spectral range while maintaining compactness and simplicity of design. The device consists of several small ring lasers with different radii connected by a common waveguide made from the same active material as that used in the quantum cascade laser (QCL).

The configuration of the ring component of the laser array is shown in Fig. 1.

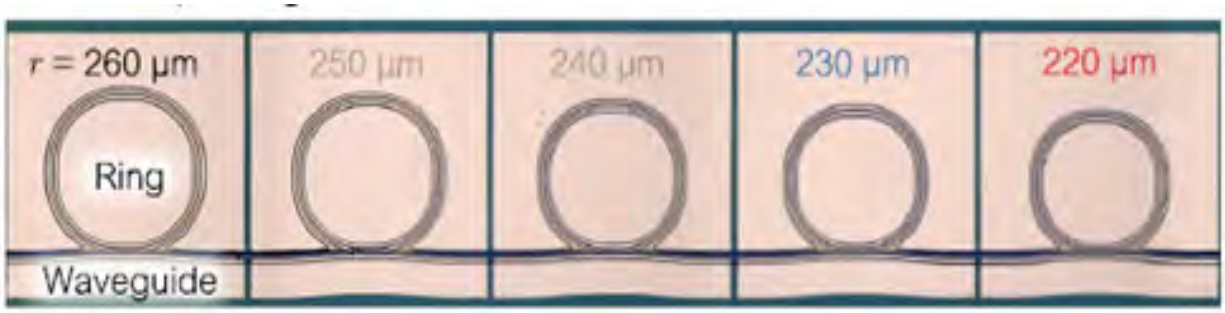


Fig. 1. Ring tunable laser

The laser consists of four straight sections of length d, connected by four quarter-circle sections of radius r. Here, d = 50 μm, and r varies from 260 to 220 μm for this chip. Each ring is coupled to the others through a bus waveguide. The bus waveguide is separated by a 1 μm air gap along the straight section of the ring lasers. The circumferences of the rings differ slightly, providing a unique wavelength for each laser. This wavelength can be smoothly tuned over a range of 10 cm^{-1} by varying the applied bias. As a result, a total tuning range of more than 33 cm^{-1} (approximately 1 THz) is achieved using three rings in the device configuration [9 - 13].

The advantage of such a ring tunable laser is its ability to operate without mode hopping over a tuning range three times greater than the spectral bandwidth of a DFB quantum cascade laser.

However, the presence of several rings with fixed diameters somewhat limits the tuning range and device reliability, making the device unsuitable as a universal solution for the restoration of all types of FOS.

An alternative approach to improving oxygen sensors is to use a single tunable ring laser based on a piezoelectric actuator and evanescent optical coupling between the ring sections [14 - 16].

The use of an integrated piezoelectric actuator makes it possible to vary the length L of the laser resonator, thereby affecting the resonance conditions. Namely:

$$\lambda = \frac{2n(C+\Delta C)}{m},$$

where λ is the radiation wavelength; m is the mode number; C is the resonator length; ΔC is the change in resonator length; and n is the refractive index.

In order to prevent loss of optical power transmitted through the tunnel coupling zone z, the condition z = L should be satisfied. In this case, the minimum power P_{Rmi} remaining in the rod and the maximum power P_{Tmax} in the tube are equal.

$$P_{R\min} = \left[1 - \frac{1}{1+\left[(\beta_R - \beta_T)/2K\right]^2}\right] P_0,$$

where β_R, β_T are the propagation constants of the rod and tubular sections of the fiber, respectively, in the tunnel coupling zone; K is the coupling coefficient; and P_0 is the input optical power [17-21].

The circuit design of the single-ring laser is shown in Fig. 2.

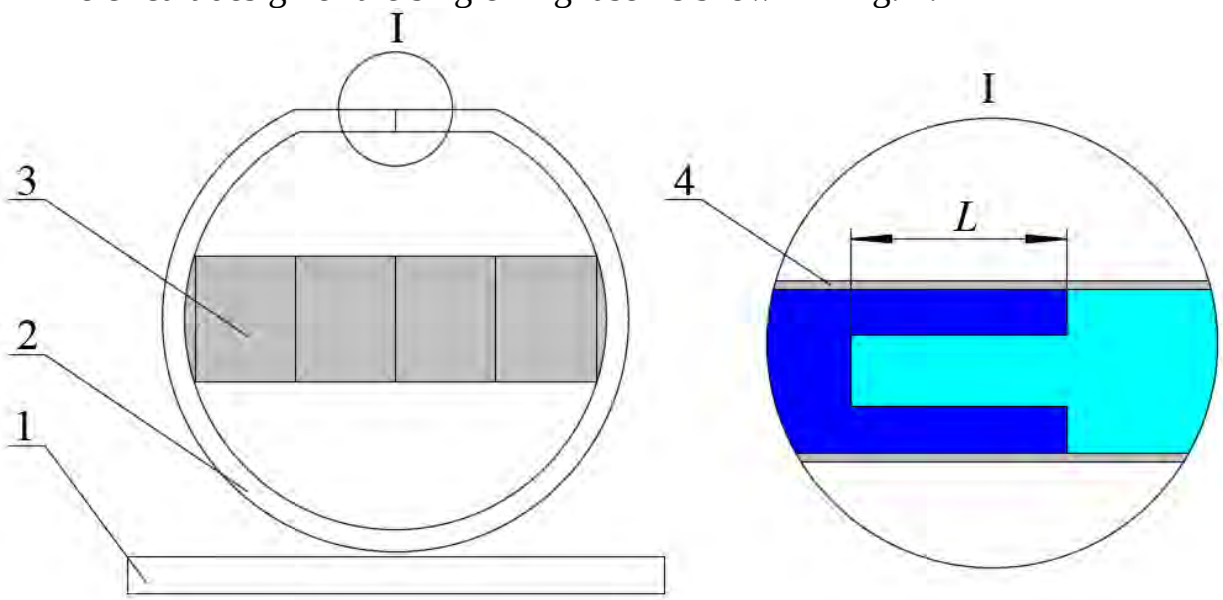


Fig. 2. Single-ring tunable laser: 1 - waveguide bus; 2 - controlled split ring; 3 - piezoelectric actuation element; 4 - centering sleeve.

Conclusions. The proposed tuning range is comparable to that of multisection DFB lasers; however, it eliminates the need to fabricate separate gratings along the active region of each laser or specialized gratings within the waveguide. Single-mode radiation is guaranteed by the unidirectional operation of the ring lasers, which prevents the formation of a gain grating. Additionally, parametric single-mode instabilities, which usually degrade the stability of single-mode laser emission, are avoided by using small rings with a large free spectral range (FSR) extending beyond the parametric-gain bandwidth.

In addition, a number of engineering solutions can be readily implemented in the single-ring laser to enable its integration into existing information and measurement systems, with minimal modifications to the fabrication process [22 - 25].

References

1. Буймистрюк, Г. Я. Волоконно-оптические датчики для экстремальных условий. URL: https://www.academia.edu/45040708.
2. Wang R. P., Saito K., Ikushima A. J. Photo-bleaching of selftrapped holes in SiO_2 glass // J. Non-Cryst. Solids. – 2005. – V. 351. – Issues 19.20. – P. – 1569 -1572.
3. Berghmans F., Decreton M., Ed. Optical fibre sensing and systems in nuclear environments // Proc. of the SPIE. – 1994. – Vol. 2425. – 160 p.
4. Бедрин, А. Г., Докучаев, В. Г., Лаврентюк, С. В. Экспозиционные зависимости фотостимулированного распада радиационных центров окраски в стеклах // Оптический журнал. – 2008. – Т. 75. – № 12. – С. 66 – 72.
5. B. Shi, Y.-H. Luo, W. Sun, et al. Frequency-comb-linearized, widely tunable lasers for coherent ranging // Photonics Res. – 2024. – №12. – P. 663 -681.
6. H. Farrokhi, T. M. Rohith, J. Boonruangkan, et al. High-brightness laser imaging with tunable speckle reduction enabled by electroactive microoptic diffusers // Sci. Rep. – 2017. – № 7. – P. 15318.
7. H. Henschel. Radiation hardness of present optical fibres // Proc. SPIE 2425, Optical Fibre Sensing and Systems in Nuclear Environments. – 1994. DOI https://doi.org/10.1117/12.198638.
8. J. Fuchsberger, T. P. Letsou, D. Kazakov, R. Szedlak, F. Capasso, B. Schwarz. Continuously and widely tunable semiconductor ring lasers // Optica. – 2025. – Vol. 12. – №. 7. – P. 985 - 990.
9. Bismuto, Y. Bidaux, C. Tardy, et al. Extended tuning of mid-IR quantum cascade lasers using integrated resistive heaters // Opt. Express. – 2015. – № 23. – P. 29715 – 29722.
10. E. Mujagic, M. Nobile, H. Detz, et al. Ring cavity induced threshold reduction in single-mode surface emitting quantum cascade lasers //Appl. Phys. Lett. – 2010. – № 96. – P. 031111.
11. A. V. Babichev, E. S. Kolodeznyi, A. G. Gladyshev, et al. Surface emitting quantum-cascade ring laser // Semiconductors. – 2021. – № 55. – P. 591 - 594.
12. Q. Guo, J. Zhang, C. Ning, et al. Continuous-wave operation of microcavity quantum cascade lasers in whispering-gallery mode // ACS Photonics. 2022. – № 9. – P. 1172 - 1179.
13. Wei-Ping Huang. Coupled-mode theory for optical waveguides: an overview // Journal of the Optical Society of America A. – 1994. – Vol. 11. – Issue 3. – p. 963 - 983. https://doi.org/ 10.1364/ JOSAA.11.000963.
14. Сандлер, А. К., Цюпко, Ю. М. Поворотный волоконный соединитель для судовых измерительно-информационных систем // Автоматизация судовых технических средств. – 2016. – Вып. 22. – Одесса: НУ"ОМА". – С. 79 - 86.
15. Сандлер, А. К. Оптичний датчик кисню для підводних апаратів з екіпажем // Automation of Technological and Business Processes. – 2026. – № 18(2). – P. 9 - 18. DOI: https://doi.org/10.15673/atbp.v18i2.3346.
16. Сандлер, А. К., Обертюр, К. Л. П'єзооптичні пристрої для діагностування елементів електроенергетичних установок // 6th International Scientific and

Practical Conference "New Horizons in Scientific Research: Challenges and Solution", March 9-11, 2026 Marseille, France. European Open Science Space. – 2026. – P. 263 - 271. DOI 10.70286/EOSS-09.03.2026.

17. Маркузе, Д. Оптические волноводы. URL: https://studfile.net/ preview/ 19266721.

18. Сандлер, А. К. Метод підвищення ефективності діагностування технічного стану суднових газотурбінних установок на основі волоконно-оптичних технологій: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.20 / Київський університет інфраструктури та технологій. – К., 2021. – 20 с.

19. Сандлер, А. К., Опришко, М. О. Волоконно-оптичний засіб контролю концентрації аргону при виробництві суднових газових турбін // Collection of Scientific Papers with the Proceedings of the 8th International Scientific and Practical Conference "Global Directions in Scientific Research and Technological" (April 6 - 8, 2026, Valencia, Spain). European Open Science Space. – 2026. – P. 244 - 252. DOI 10.70286/EOSS-06.04.2026.

20. Sandler, A., Romanovska, O., Palagin, O., Tymchynskyi, N. Fiber optic pH meter for ballast water control // Інновації та науковий потенціал світу: збірник наукових праць з матеріалами VII Міжнародної наукової конференції, м. Суми, 10 жовтня, 2025 р. / Міжнародний центр наукових досліджень. – Вінниця: ТОВ "УКРЛОГОС Груп", 2025. – С. 228 - 236. DOI 10.62731/mcnd-10.10.2025.

21. Сандлер, А. К., Цюпко, Ю. М., Сандлер, О. А., Цюпко, К. Ю. Схемотехнічне рішення комбінованого датчика клімат-контролю // Автоматизация судовых технических средств. – 2014. – Вып. 19. – Одесса: ОНМА. – С. 69 - 73.

22. Budashko, V., Glazeva, O., Sandler, A., Khniunin, S., Leshchenko, V., Budashko, O. Improving the Method of Predictive Control of Multilevel Systems under Uncertainty // 2025 IEEE 8th International Conference on Methods and Systems of Navigation and Motion Control. – Kyiv: Aviation Institute Week on October 21 - 24, 2025. – P. 1 - 6. DOI: 10.1109/MSNMC61130.2025.11399677.

23. Budashko, V., Sandler, A., Shevchenko, V. Diagnosis of the technical condition of high-tech complexes by probabilistic methods // International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation. – 2022. – Vol. 16. – № 1. – P. 105 - 111. DOI: 10.12716/1001.16.01.11.

24. Sandler, A., Romanovska, O., Palagin, O. Improvement of magnetohydrodynamic components for littoral vessels // The current state of development of world science: characteristics and features: collection of scientific papers «SCIENTIA» with Proceedings of the X International Scientific and Theoretical Conference, January 23, 2026. Lisbon, Portuguese Republic: International Center of Scientific Research. – 2026. – p. 340 – 346. DOI 10.36074/scientia-23.01.2026.

25. Сандлер, А. К., Никольский, В. В., Хнюнин, С. Г. Использование волоконно-оптических устройств для предотвращения техногенных катастроф на судах // Автоматизация судовых технических средств. – 2004. – Вып. 9. – Одесса: ОНМА. – С. 82 - 90.

ФРОНТИРНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО РОЙОВОГО ІНТЕЛЕКТУ

Зудов О.М.
канд. тех. наук, доцент
Горіна В.В.
Національний університет «Київський авіаційний інститут»
Субота С.Л.
канд. фіз.-мат. наук, асистент
Київський національний університет ім. Тараса Шевченка
Україна

Автономний пошук цілі з невідомими координатами та одночасне воксельне картографування тривимірних лабіринтоподібних середовищ роєм безпілотних агентів є актуальною темою досліджень, яку варто спостерігати в віртуальному середовищі симулятора до того, як запускати реальні БПЛА у справжні лабіринти. Саме пошук цілей у лабіринті є одним з найцикавіших напрямків дослідження ройового інтелекту. Коли координати цілі відомі заздалегідь, рій має вектор тяги і задача зводиться до навігації. Але значна частина реальних місій позбавлена цієї розкоші: місце знаходження постраждалого, джерела витоку чи аномалії апріорі невідоме, а геометрія простору - тим більше. Природний клас таких сценаріїв - підземні та замкнені простори: печери, катакомби, шахти, тунелі, військові бункери, а також гірська місцевість із каньйонами. В усіх цих умовах супутникова навігація недоступна або ненадійна, карт немає, і рій повинен одночасно шукати ціль і будувати придатну для використання карту середовища. Навіть якщо ціль так і не буде знайдено, сама карта стає цінним результатом для наземних рятувальних груп.

Саме цей сценарій досліджується в нашій роботі. Ключова відмінність від задачі з відомою ціллю - відсутність будь-якого зовнішнього вектора тяги. У таких умовах механізм просторової пам’яті, який у задачі з відомою ціллю відігравав допоміжну роль, стає головним рушієм руху рою.

За умов відсутності сигналів GNSS система БПЛА може переходити до сканування і картографування середовища (наприклад, за допомогою лідарів). Першочергове завдання при цьому - побудова воксельно-топологічної карти відносних просторових переходів (логістична зв’язність між локаціями), а не обчислення абсолютних геопросторових координат агентів.

Базова кінематика агентів побудована на трьох правилах Рейнольдса - розділення, вирівнювання і згуртованість [1] з перевіркою прямої видимості між БПЛА (LoS).

Вирівнювання і згуртованість нормовані за v_{max}. Для протидії некерованому розповсюдженню за межі арени додається слабке доцентрове поле $\mathbf{F}_{\text{drift}} = -\kappa\,\mathbf{p}_i$.

Комбіноване відштовхування від перешкод поєднує APF із ковзанням вздовж стін:

$$\mathbf{F}_{\text{rep}} = w_{\text{rep}} \cdot e^{-d_{\perp}/r_{\text{safe}}} \cdot (\hat{\mathbf{n}} + k_{\tau}\hat{\boldsymbol{\tau}}) \qquad (1)$$

де k_{τ} визначає частку тангенційної складової. Для ізотропних тривимірних середовищ (печери, тунелі) напрямок тангенційної сили визначається за механізмом ray-casting: рій рухається туди, куди проникають найдовші скануючі промені.

Сила колективної просторової пам'яті цьому сценарії стає домінуючим збуренням.

Механізм просторової пам'яті реалізовано на основі лічильників відвідувань вокселів. Пам'ять є колективною і постійною: дрони обмінюються інформацією в реальному часі, і відштовхувальна сила від вже покритих зон змушує рій просуватися на фронтир - межу між дослідженим і невідомим простором. До сили пам'яті додається малий стохастичний доданок для розбиття симетрії в точках, де поле однакове з усіх боків (наприклад, у центрі симетричного перехрестя).

При виявленні локальної стагнації - коли агент тривалий час «затиснутий» у зоні з високою густиною вже зафіксованих відвідувань - активується кінематична метаевристика «Амеба». Швидкість агента безпосередньо прирівнюється до тангенційного напрямку поверхні:

$$\mathbf{v}_i \leftarrow \alpha \cdot v_{\max} \cdot \hat{\boldsymbol{\tau}} \qquad (2)$$

В режимі амеби всі інші сили відключаються, залишається лише пружина зв'язності з найближчим LoS-сусідом. Вихід з режиму двоступеневий: спочатку центроїд рою має певний час стабільно рухатись у потрібному напрямку, після чого запускається фаза злиття - рій відновлює стандартну динаміку вже компактною групою, а не розтягнутим ланцюжком. Окрім виходу з тупиків, режим амеби забезпечує значно вищу щільність і точність фіксації геометрії перешкод на воксельній карті, ніж пролітання повз на повній швидкості.

Накопичена інформація зберігається у дискретній тривимірній матриці зайнятості. Кожна комірка набуває одного зі станів:

$$S(v_x, v_y, v_z) \in \{0,1,2\} \qquad (3)$$

де 0 - невідома зона, 1 - верифікований вільний простір, 2 - перешкода. Геометрія карти візуалізується методом «поверхні за межею видимого»: рендеряться лише грані вокселів на межі між відомим і невідомим, формуючи наочну «оболонку» фронтиру – границі між дослідженою і недослідженою областями.

Місія вважається завершеною, коли будь-який агент рою отримує пряму видимість цілі на відстані, не більшій за фіксований поріг. Рій стартує щільним кластером з одного кута арени, відтворюючи реалістичний сценарій входу через єдиний відомий портал (шахтний стовбур, вхід у бункер, отвір печери).

Основна метрика - динаміка покриття $\text{cover}(t)$: відсоток верифікованих вокселів від загальної кількості досяжних. Похідні величини: t_{50}, t_{80}, t_{95} - час досягнення відповідних рівнів покриття. Складність середовища описується коефіцієнтом звивистості $\tau = L_{\text{opt}}/d$, де L_{opt} - довжина оптимального шляху (A*), d - пряма евклідова відстань.

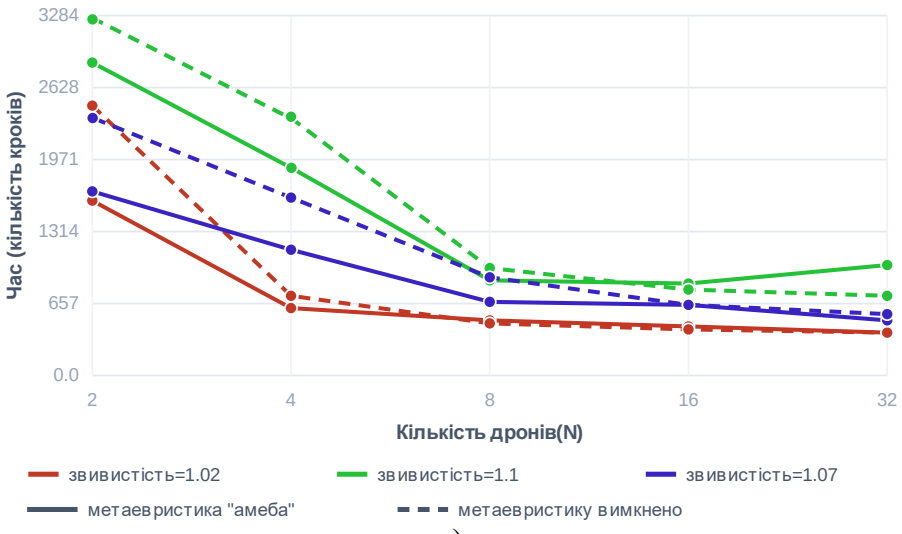
Рис. 1а - це алежність часу 50% покриття мапи від кількості дронів $t_{50}(N)$ для різних значень звивистості, з увімкненою та вимкненою метаевристикою «Амеба».

На рис. 1б з оригінальної статті подано залежність часу покриття від цільового відсотка cover(p) при фіксованій кількості дронів N=16; пунктиром - експерименти з відключеною метаевристикою.

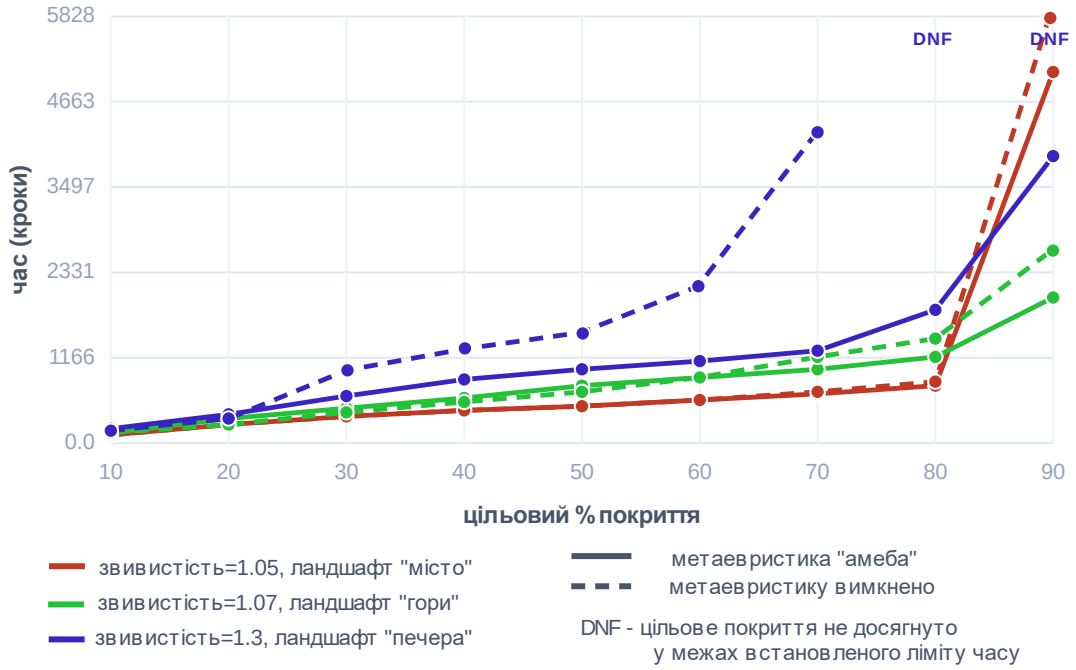
Зі зростанням N час досягнення заданого рівня покриття зменшується, але асимптотично: подвоєння кількості агентів не скорочує час вдвічі. Це прямий наслідок ефекту перекриття - частина агентів неминуче повторно проходить уже досліджені зони, і граничний внесок кожного додаткового агента спадає. У повністю децентралізованій реактивній архітектурі (без глобального розподілу цілей) перекриття є структурно неминучим. При достатньо великому N можливий і немонотонний ефект: надлишкова густина у вузьких прохідних зонах призводить до взаємних маневрів уникнення, що здатне незначно збільшити час місії - цей ефект можна бачити на рис. 1а для середовища зі звивистістю 1.1.

Зростання часу зі збільшенням цільового порогу покриття є різким і нелінійним - «проблема останньої милі»: останні відсотки систематично коштують непропорційно багато. Причина очевидна: саме ці ділянки є найважчими - глибокі кишені, вузькі вертикальні прольоти, ніші за гострими кутами. З практичної точки зору розрізняють два осмислені рівні покриття: «топологічно достатнє» (~80%) і «майже повне» (~95%). Різниця між часами їх досягнення систематично велика і характеризує топологічну складність середовища.

Ключовий якісний результат стосується ролі метаевристик. У всіх типах ландшафтів (промислове місто, гори, печера) рій з активованим режимом «Амеба» досягав тих самих рівнів покриття швидше, ніж та сама архітектура без нього. У топологічно складних середовищах з глибокими рекурсивними кишенями відключення метаевристики призводило до практичної відмови системи - ціль не знаходилась у межах встановленого ліміту часу (DNF на рис. 1). Таким чином, метарівень escape-стратегій - не опціональне покращення продуктивності, а необхідна умова надійності системи.



а)



б)

Рис.1. а) Залежність часу 50% покриття мапи від кількості дронів $t_{50}(N)$
б) Залежність часу покриття від цільового процента cover(p) при фіксованій кількости дронів N=16; пунктиром показано експерименти з деакивованою евристикою «амеба»

У задачі автономного дослідження невідомого простору просторова пам'ять перетворюється з допоміжного механізму на основний фактор, що визначає напрямок руху. Рій фактично уникає вже досліджених ділянок, а фронтир між відомим і невідомим стає природним атрактором колективної динаміки. Форма залежностей $t_{50}(N)$ і $cover(p)$ відповідає відомим результатам для схожих ройових систем, проте головним нетривіальним спостереженням є те, що навіть у сценарії без відомої цілі і без тяги до неї метарівень escape-стратегій залишається не опціональним покращенням, а необхідною умовою у топологічно складних середовищах. Ефективність рою визначається не лише локальними правилами взаємодії, а й здатністю накопичувати просторовий досвід і змінювати режим поведінки в складних ситуаціях.

Список використаних джерел

1. Reynolds, C. W. (1987). Flocks, herds and schools: A distributed behavioral model. In Proc. SIGGRAPH '87 (pp. 25–34). https://doi.org/10.1145/37401.37406
2. Kim, D., Wang, H., & Shin, S. (2006). Decentralized control of autonomous swarm systems using artificial potential functions. J Intell Robot Syst, 45, 369–394. https://doi.org/10.1007/s10846-006-9050-8
3. Yamauchi, B. (1997). A frontier-based approach for autonomous exploration. In Proc. CIRA'97 (pp. 146–151). https://doi.org/10.1109/CIRA.1997.613851
4. Caiza, I. D. C., et al. (2024). Autonomous exploration of unknown 3D environments using a frontier-based collector strategy. In Proc. ICRA 2024 (pp. 13566–13572). https://doi.org/10.1109/ICRA57147.2024.10611139

5. Thrun, S. (2003). Learning occupancy grid maps with forward sensor models. Autonomous Robots, 15, 111–127. https://doi.org/10.1023/A:1025584807625
6. Nakagaki, T., Yamada, H., & Tóth, Á. (2000). Maze-solving by an amoeboid organism. Nature, 407, 470. https://doi.org/10.1038/35035159
7. Burgard, W., et al. (2005). Coordinated multi-robot exploration. IEEE Transactions on Robotics, 21(3), 376–386. https://doi.org/10.1109/TRO.2004.839232
8. Tran, V. P., et al. (2022). Frontier-led swarming: Robust multi-robot coverage of unknown environments. Swarm and Evolutionary Computation, 75, 101171. https://doi.org/10.1016/j.swevo.2022.101171

Section: Ecology and environmental protection

ASSESSMENT OF THE BIOINDICATOR POTENTIAL OF MICROMYCETES AND THE INTEGRATED EVALUATION OF THE ECOLOGICAL CONDITION OF BUILDINGS

Balakhanova Gumru Vasif
PhD
https://orcid.org/0000-0002-1709-1442
Azerbaijan State Pedagogical University, Baku, Azerbaijan

Abstract

The ecological condition of buildings is determined by the complex interaction of physical, chemical, biological, and anthropogenic factors that influence both indoor environmental quality and the stability of construction materials. Among the biological components of the built environment, micromycetes represent an important ecological group capable of responding rapidly to changes in moisture, humidity, ventilation, substrate properties, and material condition. The present study aimed to evaluate the bioindicator potential of micromycetes and to develop an integrated approach for assessing the ecological condition of buildings. The research combined microbiological isolation and identification of micromycetes with the assessment of environmental parameters and the biological deterioration of construction materials. Fungal communities were investigated using culture-based methods on Sabouraud Dextrose Agar, Potato Dextrose Agar, and Czapek–Dox Agar media. The taxonomic structure, abundance, frequency of occurrence, species richness, dominance, and evenness of micromycete communities were evaluated. Shannon–Wiener, Simpson, and Pielou biodiversity indices were used to characterize community structure, while similarity and multivariate approaches were applied to determine relationships among sampling sites. Environmental parameters, particularly temperature, relative humidity, moisture, ventilation conditions, and visible signs of material deterioration, were assessed simultaneously. The results demonstrated that fungal abundance and community structure varied considerably among buildings and sampling locations and were closely associated with moisture conditions, ventilation efficiency, substrate characteristics, and the degree of material deterioration. Environmentally disturbed locations generally demonstrated increased fungal colonization, greater dominance of tolerant taxa, and changes in community evenness. Genera including Aspergillus, Penicillium, Cladosporium, Alternaria, Fusarium, and Trichoderma represented important components of the investigated mycobiota and demonstrated different ecological associations with building conditions. The findings indicate that micromycetes can provide valuable biological information about the ecological status of buildings, particularly when community-level characteristics are interpreted

together with environmental and material parameters. An integral ecological assessment combining microbiological, environmental, and material indicators provides a more comprehensive evaluation than individual measurements and may facilitate early detection of ecological disturbances and biodeterioration processes. The proposed approach can contribute to environmental monitoring, preventive building maintenance, and the development of sustainable strategies for managing the biological and material stability of anthropogenic built environments.

Keywords: fungal bioindicators, building ecology, built environment, mycobiota, fungal biodiversity, microbial communities, biodeterioration, construction materials, indoor environmental quality, relative humidity, moisture, ventilation, ecological assessment, Shannon–integral ecological index, environmental monitoring, ecological indicators.

Introduction

The ecological condition of buildings has increasingly become an important component of contemporary environmental research because buildings represent complex artificial ecosystems in which physical, chemical, biological, and anthropogenic factors interact continuously. Unlike natural ecosystems, indoor and anthropogenic built environments are characterized by modified microclimatic conditions, restricted air exchange, heterogeneous construction materials, variable moisture regimes, and continuous human activity. These characteristics create specific ecological niches for microorganisms, particularly filamentous fungi and other micromycetes, whose distribution, abundance, diversity, physiological activity, and interactions with substrates can provide valuable information about the environmental quality and functional state of buildings. Consequently, the study of micromycetes has expanded beyond conventional mycological investigations toward the development of biologically based approaches for environmental monitoring and ecological assessment.

Micromycetes constitute a functionally diverse and ecologically adaptable component of indoor and building-associated microbiota. Their spores and vegetative structures can enter buildings through outdoor air, soil particles, ventilation systems, water, construction materials, human activities, and biological substrates. Once introduced into the built environment, their establishment and development are strongly influenced by temperature, relative humidity, substrate composition, water availability, ventilation efficiency, organic matter content, pH, illumination, and the presence of accumulated dust and pollutants. Construction materials such as wood, plaster, gypsum board, wallpaper, insulation materials, paints, adhesives, concrete, mortar, and composite products may provide suitable substrates for fungal colonization when moisture and other environmental requirements are favorable. Therefore, the composition of micromycete communities may reflect not only the biological characteristics of the building but also the interaction between environmental stressors and the physicochemical properties of construction materials[1].

The ecological significance of micromycetes in buildings is determined by their dual role. On the one hand, fungi participate in the natural transformation and

mineralization of organic compounds and may contribute to the decomposition of biodegradable components present in building materials. On the other hand, excessive fungal colonization may accelerate biodeterioration, alter the physicochemical properties of materials, produce pigments and extracellular enzymes, and contribute to the deterioration of structural and aesthetic characteristics. Certain fungal taxa are capable of producing cellulolytic, hemicellulolytic, proteolytic, and other hydrolytic enzymes that facilitate the degradation of organic substrates. Consequently, the occurrence and intensity of fungal colonization can be considered an important biological component of the ecological condition of buildings and an indicator of processes associated with material degradation.

The concept of bioindication provides a particularly promising framework for interpreting these relationships. A bioindicator is an organism, biological community, or measurable biological response that reflects environmental conditions or changes occurring within an ecosystem. In contrast to purely instrumental measurements, biological indicators integrate the effects of multiple environmental factors over time. This characteristic is especially relevant for buildings, where environmental quality is rarely determined by a single parameter. For example, elevated humidity, insufficient ventilation, thermal instability, chemical contamination, dust accumulation, and material aging may simultaneously influence microbial communities. The structure of micromycete assemblages may therefore provide an integrated biological response to a combination of environmental pressures rather than reflecting only one isolated parameter.

The bioindicator potential of micromycetes is associated with several ecological characteristics. These include taxonomic composition, species richness, abundance, frequency of occurrence, community dominance, substrate specificity, ecological tolerance, functional traits, and changes in community structure along environmental gradients. Certain genera, including Aspergillus, Penicillium, Cladosporium, Alternaria, Fusarium, and Trichoderma, are frequently associated with indoor and building environments, although their ecological significance differs according to species, substrate, and environmental conditions. The predominance of particular taxonomic or functional groups may indicate differences in moisture availability, organic substrate availability, ventilation conditions, or the degree of material deterioration. However, the use of individual fungal taxa as universal indicators is often insufficient because fungal occurrence is influenced by multiple interacting variables. A community-level approach is therefore more appropriate for comprehensive ecological assessment.

An important methodological development in this field is the integration of microbiological data with quantitative biodiversity indices. Species richness alone cannot adequately characterize the ecological condition of a building because communities with the same number of taxa may differ considerably in dominance structure, evenness, and ecological stability. Indices such as the Shannon–Wiener diversity index, Simpson dominance index, Pielou evenness index, and similarity coefficients can provide complementary information about the organization of

micromycete communities. Changes in these parameters may reveal ecological disturbances that are not immediately evident from simple measurements of fungal abundance. For instance, an environmentally stressed building may exhibit not only increased fungal abundance but also a reduction in community evenness and increased dominance of environmentally tolerant taxa. Thus, biodiversity metrics can strengthen the diagnostic value of micromycete-based bioindication.

The ecological assessment of buildings should also consider the spatial heterogeneity of the built environment. Different functional zones within the same building may possess substantially different microbial communities. Basements, bathrooms, kitchens, storage areas, poorly ventilated rooms, external walls, window zones, and areas affected by water infiltration may provide particularly favorable conditions for fungal development. In contrast, dry, well-ventilated, and regularly maintained areas may support lower fungal abundance and a different community structure. Such spatial variation indicates that building microbiota should be investigated through systematic sampling designs that incorporate differences in room function, construction material, moisture regime, ventilation, and exposure to external environmental conditions[2].

The relationship between micromycete communities and construction materials represents another critical component of building ecological assessment. The susceptibility of materials to fungal colonization depends on their chemical composition, porosity, hygroscopicity, surface structure, nutrient availability, and age. Organic materials generally provide more readily available carbon sources, whereas inorganic materials may become colonized following the accumulation of dust, organic residues, or moisture. Fungal growth can subsequently modify the surface characteristics of materials and contribute to chemical and physical deterioration. This creates a feedback mechanism in which environmental conditions promote fungal colonization, while fungal metabolic activity contributes to further material alteration. Understanding this interaction is essential for evaluating the ecological sustainability and durability of buildings.

Moisture is widely regarded as one of the principal determinants of fungal colonization in the built environment. Persistent condensation, water leakage, capillary moisture migration, flooding, and inadequate drying can significantly modify microbial habitats. Moisture availability interacts with temperature and substrate characteristics to determine whether fungal spores remain dormant or develop into active colonies. Therefore, fungal community composition may serve as an indirect biological signal of long-term moisture-related problems that are not always detected by a single physical measurement. The identification of fungal assemblages associated with different moisture regimes could consequently improve early detection of building deterioration and support preventive environmental management.

At the same time, the ecological significance of indoor micromycetes extends beyond material deterioration. Fungal communities can contribute to the biological quality of indoor air through the release of spores, fragments, metabolites, and other microbial components. Consequently, the ecological state of a building should be

interpreted as a multidimensional concept encompassing both the integrity of construction materials and the biological characteristics of the indoor environment. A building with visible fungal growth, persistent moisture, or pronounced microbial imbalance may represent an ecologically disturbed artificial habitat even when its structural damage remains limited. Conversely, a building with stable microclimatic conditions and a balanced, low-abundance microbial community may demonstrate a comparatively favorable ecological condition.

The need for an integrated assessment arises from the complexity of these interactions. Conventional building inspections generally emphasize physical damage, moisture measurements, temperature, relative humidity, or visual detection of mold. Although these parameters are essential, they do not fully characterize the biological response of the building ecosystem. Similarly, microbiological analyses based exclusively on total fungal counts may overlook important changes in community structure and ecological function. An integrated approach combining micromycete abundance, taxonomic diversity, ecological indices, environmental parameters, substrate characteristics, and indicators of material degradation can provide a more comprehensive representation of building ecological status.

An integral assessment framework can therefore be conceptualized as the combination of multiple complementary indicators describing microbial, environmental, and material conditions. The microbial component may include fungal abundance, species richness, diversity, dominance, frequency, and community similarity. The environmental component may incorporate temperature, relative humidity, moisture availability, ventilation, light, and pollutant exposure. The material component may include visible colonization, discoloration, surface deterioration, cracking, changes in porosity, and other signs of biodeterioration. Integration of these parameters makes it possible to move from isolated observations toward a multidimensional ecological profile of a building.

Modern ecological assessment increasingly emphasizes quantitative and data-driven approaches capable of identifying relationships between biological communities and environmental gradients. Statistical analysis, multivariate ordination, cluster analysis, correlation analysis, and ecological modeling can be used to determine which environmental variables most strongly influence fungal community composition. Such approaches can also help distinguish natural variability from environmentally significant disturbances. The application of these methods to building-associated mycobiota has the potential to establish scientifically grounded thresholds or ecological classes describing the degree of microbial disturbance and material deterioration.

The development of micromycetes as bioindicators is particularly relevant under conditions of rapid urbanization, climate change, and increasing dependence on highly sealed building envelopes. Changes in temperature and precipitation patterns may increase moisture-related problems, while reduced natural ventilation and increased building airtightness can modify indoor microbial habitats. At the same time, the growing use of composite and synthetic construction materials creates new ecological

substrates whose interactions with microorganisms require further investigation. These trends emphasize the need for monitoring systems that can detect biological changes before extensive material deterioration becomes apparent.

From this perspective, micromycetes can be regarded not simply as undesirable contaminants but as ecological components capable of providing information about the functioning and stability of artificial environments. Their community structure represents the cumulative response of microorganisms to a complex combination of abiotic and anthropogenic factors. The interpretation of this response requires careful consideration of species-specific ecological characteristics, environmental tolerance, substrate relationships, seasonal variability, and spatial heterogeneity. Such an approach transforms fungal assessment from a purely sanitary or microbiological procedure into an ecological diagnostic tool[3].

Therefore, the integrated evaluation of the bioindicator potential of micromycetes and the ecological condition of buildings represents a promising interdisciplinary direction at the intersection of mycology, ecology, environmental microbiology, building science, and biodeterioration research. The principal scientific challenge is to establish reliable relationships between the structural characteristics of micromycete communities, environmental parameters, and the degree of biological deterioration of construction materials. A scientifically robust framework based on taxonomic and functional diversity, ecological indices, environmental measurements, and material-condition indicators may enable the development of more sensitive and comprehensive approaches to building monitoring. Such an approach can contribute to the early identification of ecological disturbances, prediction of biodeterioration processes, optimization of building maintenance strategies, and improvement of the long-term ecological sustainability of anthropogenic built environments.

Materials and Methods

The study was designed to comprehensively investigate the bioindicator potential of micromycetes and to establish an integrated approach for assessing the ecological condition of buildings. The methodological framework combined mycological, microbiological, ecological, physicochemical, and statistical approaches, allowing fungal community characteristics to be evaluated in relation to the environmental parameters of buildings and the biological deterioration of construction materials. The research focused on the assumption that changes in the abundance, diversity, taxonomic composition, dominance structure, and ecological distribution of micromycetes can reflect the cumulative effects of moisture, temperature, ventilation, substrate properties, building age, maintenance conditions, and other anthropogenic factors.

The study was conducted in buildings representing different functional categories, including residential, educational, administrative, public, and other anthropogenic facilities. Buildings were selected to reflect differences in construction type, age, functional purpose, ventilation conditions, maintenance status, and degree of exposure to moisture. Within each building, sampling sites were established in locations with contrasting ecological conditions. Particular attention was given to areas characterized

by visible fungal colonization, condensation, water infiltration, discoloration, peeling of finishing materials, insufficient ventilation, or other signs of environmental disturbance. Comparatively dry and apparently unaffected areas were also sampled whenever possible and used as reference locations. Such a sampling strategy made it possible to evaluate differences in fungal communities associated with contrasting ecological conditions within the same building.

Samples were collected from a variety of construction surfaces and materials, including plaster, concrete, mortar, painted surfaces, wallpaper, wood, gypsum-based materials, insulation materials, and composite substrates. Depending on the condition of the surface, samples consisted of surface material, dust, fragments of visibly colonized substrates, or material collected from areas of fungal development. Sampling was performed aseptically using sterile instruments and separate sterile containers for each sampling point. Each sample was assigned an identification code containing information on the building, room, sampling location, substrate type, and date of collection. The samples were transported to the laboratory under conditions designed to preserve their microbiological characteristics and were processed as soon as possible after collection.

The isolation of viable micromycetes was carried out using conventional microbiological cultivation techniques. Depending on the characteristics of the collected material, both direct inoculation and serial dilution methods were applied. For dilution analysis, a defined amount of material was transferred into sterile physiological solution and thoroughly homogenized. Serial decimal dilutions were prepared, and aliquots were inoculated onto appropriate fungal culture media. Sabouraud Dextrose Agar, Potato Dextrose Agar, and Czapek–Dox Agar were used to facilitate the isolation of micromycetes with different nutritional requirements. The use of several culture media increased the probability of recovering a wider range of fungal taxa and reduced the possibility that community composition would be determined exclusively by the growth preferences of fungi on a single medium.

The inoculated media were incubated under controlled laboratory conditions favorable for fungal development. The plates were examined periodically throughout the incubation period, and developing colonies were counted and characterized. Fungal abundance was expressed as colony-forming units per gram of material (CFU/g) or, where surface sampling was performed, per unit of sampled surface area. The number of viable fungal propagules was calculated from colony counts obtained at appropriate dilution levels. Replicate analyses were performed for selected samples to improve the reliability and reproducibility of the microbiological measurements.

Fungal isolates were initially identified on the basis of macroscopic and microscopic morphological characteristics. Macroscopic observations included colony color, texture, growth rate, colony diameter, sporulation, pigmentation, and reverse coloration. Microscopic examination focused on the structure of hyphae, conidiophores, conidia, spores, and other reproductive structures. Identification was performed using standard mycological identification keys and relevant taxonomic literature. Isolates were identified to species level whenever their morphological

characteristics permitted reliable determination; otherwise, they were retained at genus or morphotype level. Particular attention was given to frequently occurring building-associated genera, including Aspergillus, Penicillium, Cladosporium, Alternaria, Fusarium, and Trichoderma, because representatives of these groups may demonstrate different degrees of ecological tolerance and substrate utilization.

At each sampling point, environmental parameters were recorded in parallel with microbiological observations. Temperature, relative humidity, surface moisture, ventilation characteristics, and visible evidence of condensation or water infiltration were considered the principal environmental variables. Information concerning building age, room function, construction material, maintenance condition, and visible signs of biological deterioration was also documented. Temperature and relative humidity were measured using digital thermo-hygrometric instruments, while surface moisture was assessed using appropriate moisture-measuring equipment where available. The condition of ventilation systems was evaluated by recording the presence and operational status of natural or mechanical ventilation and by considering evidence of insufficient air circulation.

The biological deterioration of construction materials was evaluated through systematic visual assessment. Particular attention was given to fungal colonization, discoloration, surface erosion, cracking, peeling, deformation, changes in texture, and other manifestations of biodeterioration. The degree of deterioration was categorized on a five-level scale ranging from absence of visible biological deterioration to severe deterioration associated with extensive fungal colonization and pronounced material damage. This assessment provided a standardized qualitative measure that could subsequently be incorporated into the integral ecological evaluation of the buildings.

The structure of micromycete communities was characterized using species richness, relative abundance, frequency of occurrence, dominance, and evenness. The relative abundance of each taxon was calculated as its proportion of the total number of fungal colonies detected in the corresponding sample or group of samples. Frequency of occurrence was determined according to the proportion of investigated sampling points in which a particular taxon was detected. Taxa occurring consistently in buildings or microhabitats characterized by specific environmental conditions were given particular attention because repeated ecological associations may indicate potential bioindicator properties.

Quantitative biodiversity indices were used to provide a more comprehensive description of micromycete community organization. The Shannon–Wiener diversity index was applied to characterize overall fungal diversity, while the Simpson index was used to evaluate dominance and community concentration. Pielou’s evenness index was calculated to determine how evenly fungal individuals were distributed among the detected taxa. These indices were compared among buildings, rooms, construction materials, and environmental conditions. Changes in diversity, evenness, and dominance were interpreted as potential indicators of ecological disturbance. In particular, increased dominance of a limited number of environmentally tolerant taxa

combined with reduced community evenness was considered a potentially important signal of environmental stress.

The similarity of micromycete communities among buildings and sampling locations was also evaluated. Ecological similarity coefficients, including the Pianka index, were used to determine the degree of overlap between fungal communities. The comparison of community structure made it possible to identify sampling locations with similar ecological characteristics and to determine whether particular fungal assemblages were associated with specific construction materials or environmental conditions. Cluster analysis and other multivariate approaches were used where appropriate to identify groups of sampling sites characterized by similar combinations of fungal, environmental, and material parameters.

The bioindicator potential of micromycetes was evaluated through an integrated analysis of their ecological characteristics. Individual taxa were considered potential bioindicators when their occurrence or abundance demonstrated a consistent relationship with particular environmental conditions or degrees of material deterioration. The evaluation included frequency of occurrence, relative abundance, ecological tolerance, association with moisture, relationship with specific construction materials, and association with visible biodeterioration. Community-level characteristics were also considered because the ecological significance of a fungal taxon cannot always be interpreted independently of the structure of the entire micromycete community.

An integral ecological assessment was subsequently developed by combining microbiological, environmental, and material-condition indicators. The microbial component included fungal abundance, species richness, Shannon–Wiener diversity, Simpson dominance, and Pielou evenness. The environmental component incorporated temperature, relative humidity, moisture conditions, ventilation characteristics, and evidence of water infiltration or condensation. The material component included the extent of fungal colonization and the severity of visible biodeterioration. Before integration, the variables were standardized to a common scale so that parameters measured in different units could be compared.

The integral ecological condition index was calculated conceptually as a weighted combination of standardized indicators. Parameters associated with ecological deterioration, including excessive fungal abundance, high dominance of tolerant taxa, elevated humidity, increased moisture, inadequate ventilation, and severe material deterioration, were assigned increasing scores according to their intensity. Indicators reflecting ecological stability, such as relatively balanced fungal communities and low dominance, were incorporated in the opposite direction. The resulting integral index was used to differentiate buildings according to their relative ecological condition and degree of biological disturbance. Importantly, the integral index was interpreted together with the original measurements rather than being considered an independent substitute for microbiological or environmental data.

Statistical analysis was performed using Microsoft Excel and appropriate statistical software. Descriptive statistics were calculated for fungal abundance, species

richness, biodiversity indices, environmental parameters, and material deterioration scores. Correlation analysis was used to determine relationships between micromycete abundance and environmental variables such as relative humidity, temperature, and surface moisture. Depending on data distribution, Pearson or Spearman correlation coefficients were applied. Differences among groups of buildings, construction materials, and sampling locations were assessed using appropriate statistical methods, with statistical significance accepted at $p < 0.05$.

Multivariate statistical approaches were additionally used to examine the combined influence of environmental factors on fungal community structure. Principal component analysis was considered for identifying the major environmental gradients associated with variation in micromycete communities, while cluster analysis was applied to group buildings and sampling sites according to similarities in their microbial and ecological characteristics. These analyses enabled the identification of combinations of environmental factors that most strongly contributed to changes in fungal community composition and material deterioration.

Quality control was maintained throughout the sampling, cultivation, identification, and analytical procedures. Sterile instruments and containers were used for sample collection, and separate equipment was applied to individual sampling points to minimize cross-contamination. Culture media were checked for sterility, and negative controls were used where appropriate. Replicate analyses were performed for selected samples. Taxonomic identification was based on consistent morphological features, and uncertain isolates were not assigned to species level without adequate diagnostic evidence. The combination of standardized sampling, microbiological cultivation, ecological analysis, environmental monitoring, biodiversity assessment, and statistical evaluation provided a comprehensive methodological basis for determining the bioindicator potential of micromycetes and for conducting an integral ecological assessment of the condition of buildings.

Results and Discussion

The results demonstrated that micromycete communities can serve as sensitive biological indicators of the ecological condition of buildings, particularly when their abundance and community structure are evaluated together with microclimatic characteristics and the condition of construction materials. The investigated buildings showed considerable variation in fungal abundance, taxonomic composition, species richness, and community dominance. This variability was closely associated with differences in relative humidity, moisture accumulation, ventilation efficiency, substrate characteristics, building maintenance, and the presence of visible signs of material deterioration. The findings therefore support the concept that the building-associated mycobiota represents a biological response to the combined influence of environmental and anthropogenic factors rather than a random assemblage of microorganisms.

The highest levels of micromycete development were generally associated with locations characterized by increased moisture, condensation, insufficient ventilation, and visible deterioration of construction surfaces. Moisture-affected walls, corners,

window areas, poorly ventilated rooms, and areas with evidence of water infiltration frequently supported more intensive fungal colonization than dry and well-ventilated locations. This relationship is ecologically important because water availability is one of the principal factors determining the transition of fungal propagules from dormant states to active growth. Persistent moisture can increase substrate accessibility, facilitate enzymatic activity, and create favorable microhabitats for fungal establishment. Consequently, increased fungal abundance may provide an indirect biological signal of long-term moisture problems within buildings[4].

The taxonomic composition of the isolated micromycetes revealed the presence of several ecologically important genera commonly associated with anthropogenic environments. Representatives of Aspergillus, Penicillium, Cladosporium, Alternaria, Fusarium, and Trichoderma occurred with different frequencies and abundances depending on the environmental conditions and substrate characteristics. Their distribution was not uniform among the investigated buildings, demonstrating that the composition of fungal communities is influenced by the interaction between external microbial sources, indoor environmental conditions, and construction materials.

Aspergillus and Penicillium were particularly important components of communities associated with relatively dry indoor environments and dust-containing substrates, although some representatives were also detected in moisture-affected locations. Their ecological success can be explained by their ability to tolerate a broad range of environmental conditions and to utilize different organic substrates. The recurrent detection of these genera indicates their potential usefulness as indicators of changes in the indoor microbial environment, although genus-level identification alone is insufficient for determining the precise ecological condition of a building.

Cladosporium and Alternaria were also important components of the investigated fungal communities. Their occurrence may reflect both penetration of outdoor fungal propagules into buildings and their subsequent establishment on suitable indoor surfaces. The abundance of these fungi was influenced by environmental exchange between indoor and outdoor habitats, particularly ventilation and the permeability of building envelopes. Therefore, their presence should be interpreted in combination with building-specific environmental parameters rather than as an isolated indicator of deterioration.

The occurrence of Fusarium and Trichoderma was comparatively more closely associated with particular substrate conditions and localized zones of biological activity. Their detection on organic or organic-containing construction materials indicates the importance of substrate composition in determining fungal community structure. These taxa may contribute to material transformation through extracellular enzyme production and utilization of complex organic compounds. Their occurrence in areas exhibiting visible material changes suggests that some components of the mycobiota may participate directly in biodeterioration processes rather than simply responding to pre-existing environmental deterioration.

A major finding was that fungal abundance alone did not adequately describe the ecological condition of the investigated buildings. Several locations with similar fungal

counts demonstrated substantially different community structures. In some cases, high abundance was accompanied by relatively high species richness, whereas other sites were characterized by strong dominance of a small number of taxa. This observation demonstrates the importance of integrating quantitative abundance measurements with biodiversity indices and community-level parameters.

The Shannon–Wiener diversity index revealed differences in the organization of fungal communities among sampling locations. Comparatively stable and environmentally heterogeneous sites tended to support more balanced communities, whereas environmentally stressed locations frequently demonstrated changes in diversity and evenness accompanied by increased dominance of environmentally tolerant taxa. Reduced evenness is particularly informative because it indicates that a limited number of fungal taxa have become disproportionately successful under the prevailing environmental conditions. Such restructuring may represent an ecological response to moisture stress, nutrient availability, substrate modification, or altered microclimatic conditions[5].

The Simpson dominance index provided complementary evidence of community restructuring. Increased dominance values in environmentally disturbed locations indicated the concentration of fungal abundance within a smaller number of taxa. From an ecological perspective, this pattern can be interpreted as a selection effect in which environmental stress reduces the number of taxa capable of successfully maintaining active populations. Taxa with greater physiological tolerance subsequently become dominant. Thus, changes in dominance may be more informative than total fungal abundance when evaluating the ecological disturbance of buildings.

The Pielou evenness index further supported the importance of community organization as an indicator. Locations with relatively favorable environmental conditions generally demonstrated more balanced distributions of fungal taxa, whereas areas affected by moisture or material deterioration showed a tendency toward reduced evenness. This suggests that the ecological condition of buildings can influence not only how many fungi are present but also how the available ecological niches are distributed among fungal taxa.

The relationship between fungal communities and construction materials was also pronounced. Materials differed considerably in their susceptibility to fungal colonization. Organic materials and surfaces containing organic components generally provided more favorable conditions for fungal development than relatively inert materials. However, even inorganic substrates could support substantial fungal colonization when moisture, dust, and accumulated organic matter were present. This finding emphasizes that the susceptibility of a building material cannot be evaluated exclusively according to its chemical classification. Surface moisture, porosity, roughness, aging, and accumulation of nutrients may substantially modify its ecological suitability for fungi.

The observed association between fungal development and material deterioration suggests a bidirectional relationship. Environmental conditions such as moisture and poor ventilation initially facilitate fungal colonization, while fungal growth and

metabolic activity can subsequently contribute to changes in the physical and chemical properties of the substrate. Fungal extracellular enzymes may degrade susceptible organic components, while hyphal penetration, pigment production, and accumulation of biomass can modify surface characteristics. This process can gradually increase the vulnerability of construction materials to further deterioration.

Buildings with visible fungal growth frequently exhibited additional signs of material degradation, including discoloration, peeling of coatings, surface roughening, cracking, deformation, and loss of structural integrity in susceptible materials. The severity of these changes increased in locations where fungal colonization was extensive and persistent. However, not every site with fungal growth exhibited substantial structural damage, indicating that the relationship between fungal abundance and biodeterioration is not linear. The age and composition of the material, duration of fungal exposure, moisture regime, and physiological characteristics of the dominant fungi must also be considered.

The relationship between relative humidity and fungal abundance was particularly important. Increased humidity created favorable conditions for fungal development, especially when accompanied by poor air circulation and condensation. Nevertheless, the presence of fungi under comparatively dry conditions indicates that humidity alone cannot explain the entire distribution pattern. Some fungal taxa are physiologically adapted to low-water-availability environments and may remain viable or develop under conditions that restrict other microorganisms. This ecological differentiation supports the use of community composition rather than a single environmental threshold as a basis for fungal bioindication.

Ventilation also played an important role in shaping the fungal community. Poorly ventilated areas tended to exhibit greater accumulation of moisture and fungal propagules. In contrast, adequate air exchange appeared to reduce the persistence of favorable microhabitats for extensive fungal growth. Ventilation therefore acts as an important ecological regulator by influencing temperature, humidity, aerosol movement, and drying processes. Changes in fungal community structure may consequently provide indirect evidence of inadequate ventilation even when direct measurements of air exchange are unavailable.

The spatial heterogeneity observed within individual buildings further demonstrated that the ecological condition of a building cannot be represented adequately by a single measurement. Different rooms and structural zones supported distinct fungal communities according to their microenvironmental characteristics. Bathrooms, basements, storage areas, external wall surfaces, and areas surrounding windows were generally more susceptible to fungal development because of differences in moisture and ventilation. Consequently, building-level ecological assessment should be based on multiple strategically selected sampling locations rather than a single composite sample.

The assessment of micromycete bioindicator potential showed that the most informative indicators were not necessarily the most abundant taxa. A taxon with moderate abundance but a highly consistent association with a specific environmental

condition may provide greater ecological information than a highly abundant but environmentally ubiquitous fungus. For this reason, bioindicator evaluation should incorporate frequency, abundance, ecological tolerance, substrate association, and response to environmental gradients. Community-level indicators such as dominance, evenness, and diversity were also found to provide valuable complementary information.

The integral ecological assessment confirmed the usefulness of combining microbiological, environmental, and material indicators. Buildings characterized by high fungal abundance, reduced community evenness, increased dominance of tolerant taxa, elevated moisture, inadequate ventilation, and pronounced material deterioration received higher ecological disturbance scores. Conversely, buildings with comparatively low fungal abundance, more balanced fungal communities, favorable ventilation, low moisture, and minimal material deterioration demonstrated a more stable ecological condition.

The integrated approach is particularly important because individual indicators may produce ambiguous interpretations. For example, high fungal abundance does not necessarily indicate severe building deterioration if the detected fungi are primarily associated with transient outdoor inputs. Similarly, visible material deterioration may occur because of physical or chemical processes without substantial fungal involvement. However, when high fungal abundance, community restructuring, elevated humidity, poor ventilation, and visible biodeterioration occur simultaneously, the probability of a biologically disturbed building environment becomes substantially stronger. The integral index therefore provides a more robust ecological interpretation than any individual parameter.

From a methodological perspective, the results demonstrate that the combination of traditional cultivation-based mycology and ecological statistics can provide meaningful information about building-associated fungal communities. Culture-dependent methods have limitations because they detect only viable and cultivable organisms and may underestimate the total fungal diversity. Nevertheless, they remain valuable for determining viable fungal abundance and obtaining isolates for morphological characterization and further physiological investigation. Future studies could strengthen the assessment by incorporating molecular approaches, including DNA metabarcoding and quantitative PCR, to detect non-culturable or difficult-to-cultivate taxa.

The findings also indicate that micromycete-based bioindication should be interpreted within a broader ecological framework. Building microbiota is affected by external air, soil, occupants, building materials, ventilation systems, cleaning practices, seasonal variation, and climatic conditions. Therefore, the presence of a fungal taxon should not automatically be interpreted as evidence of structural deterioration. Reliable ecological diagnosis requires the integration of microbial data with environmental measurements, substrate characteristics, and temporal information.

Overall, the results support the hypothesis that micromycete communities can function as sensitive biological indicators of the ecological condition of buildings. Their abundance reflects the intensity of microbial colonization, while their taxonomic

structure, diversity, dominance, and evenness provide information about environmental selection and ecological disturbance. When these biological characteristics are integrated with humidity, ventilation, moisture, substrate properties, and material deterioration, they provide a multidimensional picture of the ecological state of the built environment.

The proposed integral assessment approach has practical significance for environmental monitoring, preventive building maintenance, and biodeterioration management. Regular monitoring of fungal community structure could help identify environmentally unfavorable conditions before extensive material damage becomes visible. Early recognition of shifts toward fungal dominance and reduced community evenness may provide an opportunity for corrective measures, including moisture control, improved ventilation, removal of contaminated materials, and modification of maintenance practices. Thus, micromycete-based ecological assessment can contribute not only to understanding microbial processes in buildings but also to the development of more sustainable strategies for maintaining the biological and material stability of anthropogenic built environments.

Conclusion

The results of the study demonstrate that micromycetes have considerable potential as biological indicators of the ecological condition of buildings and can provide valuable information about the interaction between indoor environmental factors, microbial community structure, and the biodeterioration of construction materials. The distribution and abundance of micromycetes were found to be closely associated with the ecological characteristics of building environments, particularly relative humidity, moisture accumulation, ventilation efficiency, substrate properties, building maintenance, and the presence of visible material deterioration.

The study confirms that the ecological significance of micromycetes cannot be adequately evaluated solely on the basis of total fungal abundance. Taxonomic composition, species richness, frequency of occurrence, community dominance, evenness, and biodiversity indices provide additional and often more informative evidence of environmental disturbance. Increased dominance of environmentally tolerant taxa and reductions in community evenness may indicate the ecological selection pressure generated by unfavorable microclimatic conditions. Therefore, community-level characteristics should be considered essential components of fungal bioindication.

The frequent occurrence of genera such as Aspergillus, Penicillium, Cladosporium, Alternaria, Fusarium, and Trichoderma demonstrates the ecological adaptability of these fungi within anthropogenic built environments. However, their indicator value depends on the specific environmental and substrate conditions under which they occur. Consequently, individual taxa should not be interpreted as universal indicators; their bioindicator potential should instead be assessed through their frequency, abundance, ecological tolerance, substrate association, and consistent relationship with environmental gradients and material deterioration.

The findings further demonstrate that moisture is one of the principal ecological determinants of fungal colonization. Areas affected by increased humidity,

condensation, water infiltration, and insufficient ventilation were generally characterized by more intensive fungal development and more pronounced changes in community structure. These observations indicate that micromycete communities can provide indirect biological evidence of persistent moisture-related problems that may not always be adequately identified through short-term physical measurements.

A significant relationship was also identified between fungal colonization and the biological deterioration of construction materials. The occurrence of extensive fungal growth was frequently accompanied by discoloration, surface alteration, peeling, cracking, deformation, and other manifestations of material deterioration. This relationship reflects the interaction between environmental conditions that promote fungal establishment and fungal metabolic processes that may contribute to substrate degradation. Therefore, the assessment of micromycetes can be incorporated into preventive monitoring programs aimed at detecting early stages of biodeterioration.

The integral ecological assessment developed in the study provides a more comprehensive evaluation of building condition than individual microbiological or physicochemical measurements. By combining fungal abundance, biodiversity indices, community dominance and evenness with relative humidity, moisture, ventilation, substrate characteristics, and material deterioration, it becomes possible to characterize the building as a complex artificial ecosystem. Such integration improves the sensitivity of ecological diagnosis and facilitates the identification of buildings or specific zones requiring environmental intervention.

Overall, micromycetes should be considered not merely as undesirable biological contaminants but as ecologically informative components of the built environment. Changes in their community structure can reflect the cumulative influence of environmental stressors and provide an early-warning signal of ecological imbalance and material deterioration. The integration of mycological indicators with environmental monitoring therefore represents a scientifically justified approach for evaluating building ecological status.

The proposed methodology can be applied to ecological monitoring of residential, educational, administrative, public, and other anthropogenic buildings. Its practical application may support early detection of moisture-related problems, optimization of ventilation and maintenance systems, prevention of fungal colonization, and reduction of biodeterioration of construction materials. Future investigations should strengthen this framework through seasonal monitoring, molecular identification methods, functional characterization of fungal isolates, and advanced statistical or machine-learning models. Such developments would further improve the reliability of micromycete-based bioindication and contribute to the development of sustainable, biologically informed strategies for monitoring and managing the ecological condition of built environments.

References

1. Aliasghari Veshareh, A., Mohammadi, P., Elikaei, A., Gholipour Shahraki, M., Rahmani, G., & Ranjbaran, M. (2023). Laboratory modeling of glazed tiles inoculated with deteriorative fungi isolated from Masjed-e Jāmé Isfahan and evaluation of their impacts. International Biodeterioration & Biodegradation, 178, 105559.

2. Gadd, G. M., & McGregor, L. (2024). Fungal colonization and penetration of mortar as a suitable simulant for concrete: Implications for fungal biodeterioration in the built environment. Fungal Biology, 128(5), 1899–1906.
3. Perez, C., Tinel, L., Verriele, M., Locoge, N., Becquart, F., & Lors, C. (2024). Strategy for the monitoring of fungal colonization in buildings Challenges and perspectives. International Biodeterioration & Biodegradation, 189, 105764.
4. Wang, Y., et al. (2024). Fungal diversity differences in the indoor dust microbiome from built environments on Earth and in space. Microbiome, 12, 171.
5. Biobased building materials: Moisture characteristics and fungal susceptibility. (2025). Building and Environment, 275, 112720.
6. Mold severity and fungal communities in university dormitories: The role of building characteristics and living habits. (2025). Building and Environment, 280, 113176.

THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON THE STRUCTURAL AND FUNCTIONAL DYNAMICS OF TERRESTRIAL ECOSYSTEMS

Balakhanova Gumru Vasif
PhD
https://orcid.org/0000-0002-1709-1442
Azerbaijan State Pedagogical University, Baku, Azerbaijan

Abstract

Climate change is increasingly recognized as a major driver of structural and functional transformations in terrestrial ecosystems. Rising temperatures, altered precipitation regimes, prolonged droughts, increasing frequency of heat waves, wildfires, and other extreme climatic events affect vegetation composition, biodiversity, productivity, soil properties, microbial communities, nutrient cycling, and ecosystem resilience. This study examines the principal mechanisms through which climate variability influences the structural and functional dynamics of terrestrial ecosystems. An integrated ecological approach was applied, incorporating climatic, vegetation, soil, microbiological, mycological, biodiversity, and statistical indicators. Particular attention was given to changes in species composition, vegetation cover, functional diversity, phenological patterns, biomass, soil moisture, soil organic carbon, nutrient availability, microbial activity, and fungal community structure. The results demonstrate that increasing temperature and altered precipitation interact strongly with water availability and soil conditions, producing different responses among forest, grassland, semi-arid, agricultural, and other terrestrial ecosystems. Prolonged drought was associated with reduced vegetation productivity, impaired regeneration, changes in species dominance, and increased vulnerability to pests, pathogens, and wildfire.

Changes in temperature and soil moisture also influenced decomposition, carbon dynamics, nutrient cycling, and microbial activity. Fungal communities, including ecologically important micromycete groups, demonstrated sensitivity to changes in climatic and soil conditions, indicating their potential value as biological indicators of ecosystem transformation. The study further demonstrates that climate change interacts with existing anthropogenic pressures, including habitat fragmentation, deforestation, overgrazing, pollution, and intensive land use, thereby increasing ecological vulnerability and reducing ecosystem resilience. Maintaining biodiversity, functional diversity, soil quality, ecological connectivity, and natural regeneration capacity is therefore essential for strengthening ecosystem resistance and adaptive capacity. Long-term ecological monitoring integrating climatic, biological, soil, and microbiological indicators is recommended for early detection of climate-induced ecosystem changes and for developing effective conservation, restoration, and climate-adaptation strategies.

Keywords: climate change, terrestrial ecosystems, ecosystem dynamics, ecosystem structure, ecosystem functioning, biodiversity, vegetation dynamics, functional diversity, drought stress, temperature increase, precipitation variability, soil ecology, soil moisture

Introduction

Climate change has emerged as one of the most significant environmental drivers affecting the structure, functioning, stability, and long-term resilience of terrestrial ecosystems. Increasing air temperatures, altered precipitation regimes, prolonged droughts, changes in the frequency and intensity of extreme weather events, shifts in seasonality, and increasing atmospheric concentrations of carbon dioxide are collectively modifying ecological conditions at local, regional, and global scales. Terrestrial ecosystems are particularly important in this context because they support biodiversity, regulate carbon and nutrient cycles, influence hydrological processes, provide food and other resources, and contribute substantially to climate regulation. At the same time, these ecosystems are increasingly exposed to the interacting pressures of climate change, land-use transformation, pollution, habitat fragmentation, and biological invasions. The Intergovernmental Panel on Climate Change identifies biodiversity loss, ecosystem structural change, increased tree mortality, wildfire, and ecosystem carbon losses among the major risks climate change poses to terrestrial ecosystems.

The structure of a terrestrial ecosystem is determined by the composition, abundance, spatial distribution, and interactions of its biological components, together with the physical and chemical characteristics of the environment. Vegetation structure, species richness, functional diversity, canopy architecture, vertical stratification, biomass distribution, soil characteristics, and trophic relationships collectively determine how ecosystems operate. Climate acts as one of the fundamental environmental controls regulating these characteristics. Temperature and precipitation determine the availability of water and energy, influence plant physiological processes, control microbial activity, and affect the distribution and productivity of organisms.

Consequently, even relatively gradual climatic changes can produce significant modifications in ecosystem structure when environmental thresholds are exceeded[1].

One of the most evident structural responses to climate change is the alteration of species geographic distributions. Increasing temperatures can enable species to expand toward higher latitudes or elevations, while species adapted to cooler conditions may experience habitat contraction. Changes in precipitation can similarly promote the expansion of drought-tolerant species while reducing the abundance of species with high water requirements. Such redistribution of species may alter community composition and create novel ecological assemblages in which species that previously had limited opportunities for interaction occur together. Climate-driven changes in species ranges, abundance, phenology, physiology, and morphology have already been documented across terrestrial ecosystems, demonstrating that climate change is influencing ecological communities at multiple organizational levels.

Vegetation represents a particularly sensitive component of terrestrial ecosystem structure. Changes in temperature, precipitation, atmospheric CO_2 concentration, and the frequency of extreme events can influence plant growth, productivity, reproduction, mortality, and competitive interactions. Warming may extend the growing season in some high-latitude and temperate ecosystems, potentially increasing productivity during certain periods. However, the positive effects of longer growing seasons may be offset or reversed by drought, heat stress, nutrient limitation, increased respiration, and extreme climatic events. Therefore, the relationship between warming and vegetation productivity is highly dependent on ecosystem type, water availability, soil conditions, and species-specific physiological responses.

Changes in phenology provide another important indicator of ecosystem response to climate change. The timing of leaf emergence, flowering, fruiting, seed production, migration, reproduction, and dormancy is closely regulated by temperature and seasonal climatic conditions. Earlier onset of spring development has been observed in many temperate ecosystems, while changes in autumn senescence and growing-season duration have also been documented. Such phenological shifts can alter interactions between plants, pollinators, herbivores, pathogens, and decomposers. When interacting species respond to climate change at different rates, ecological mismatches may develop, potentially affecting reproductive success, food availability, and population dynamics.

Climate change also affects terrestrial ecosystems through changes in water availability. Increased temperature raises atmospheric evaporative demand, while changes in precipitation distribution can increase the frequency of droughts in some regions and intense rainfall events in others. Soil moisture represents a critical link between climate and ecosystem functioning because it controls plant water uptake, photosynthesis, microbial activity, decomposition, nutrient mineralization, and soil respiration. Prolonged water limitation can reduce plant productivity, increase vegetation mortality, and weaken ecosystem resilience. Conversely, excessive precipitation can produce waterlogging, reduce soil oxygen availability, increase nutrient leaching, and alter microbial processes[2].

Drought is particularly important because its ecological consequences extend beyond immediate reductions in water availability. Severe and prolonged drought can reduce photosynthetic activity, impair plant hydraulic functioning, increase vulnerability to pests and pathogens, and elevate tree mortality. In forest ecosystems, drought-induced mortality can modify canopy structure, reduce biomass, create gaps, and change competitive relationships among species. The resulting structural changes may persist for decades and can initiate secondary ecological processes such as shrub expansion, grass invasion, altered regeneration, and increased wildfire susceptibility.

Wildfire represents another major mechanism linking climate change to terrestrial ecosystem dynamics. Higher temperatures, increasing aridity, and prolonged drought can increase the probability, frequency, extent, and intensity of fires in vulnerable ecosystems. Fire can rapidly modify vegetation structure, soil properties, nutrient availability, microbial communities, and carbon storage. Although fire is a natural ecological process in many ecosystems and can contribute to regeneration and nutrient cycling, changes in fire regimes caused by climate change may exceed the historical range of variability. The interaction of climate change with land-use change and deforestation can further intensify wildfire impacts on ecosystem functioning.

Forest ecosystems are particularly important because they contain large quantities of biomass and soil carbon and provide numerous ecological services. Changes in temperature and precipitation, together with drought, pests, pathogens, and wildfire, can increase tree mortality and reduce forest carbon uptake. In some regions, climate-related disturbances can transform forests from carbon sinks into carbon sources. Terrestrial ecosystems collectively store enormous quantities of carbon in vegetation, soils, and permafrost, making changes in their structure and functioning highly significant for the global climate system.

The relationship between terrestrial ecosystems and the global carbon cycle is therefore bidirectional. Ecosystems influence climate through carbon sequestration and greenhouse-gas exchange, while climate change influences the capacity of ecosystems to absorb, store, and release carbon. Forest growth, vegetation productivity, and soil carbon accumulation can remove carbon dioxide from the atmosphere. However, drought, wildfire, warming, permafrost thaw, vegetation degradation, and other disturbances can reduce carbon uptake or increase carbon emissions. This creates the possibility of positive feedbacks in which climate warming reduces ecosystem carbon storage, resulting in additional atmospheric greenhouse-gas accumulation and further warming.

Soils represent another major component of terrestrial ecosystem functioning that is highly sensitive to climate change. Soil organic matter serves as a reservoir of carbon and nutrients and provides the substrate for microbial activity. Temperature and moisture regulate decomposition and soil respiration, while changes in vegetation productivity influence the amount and quality of organic material entering the soil. Warming can accelerate microbial decomposition under suitable moisture conditions, potentially increasing carbon dioxide emissions. However, drought may suppress microbial activity by limiting substrate accessibility and water availability. The

resulting response depends on soil characteristics, organic matter quality, microbial community composition, and climatic conditions.

Climate change can also alter nutrient cycling by modifying the biological and physicochemical processes responsible for nutrient transformation. Carbon, nitrogen, and phosphorus cycles are closely interconnected with plant productivity and microbial activity. Changes in temperature and soil moisture can influence mineralization, immobilization, nitrification, denitrification, and nutrient uptake. Altered precipitation regimes may increase nutrient leaching and erosion, while drought can reduce nutrient mobility and biological uptake. Consequently, climate change may alter not only the quantity of nutrients present in ecosystems but also the pathways through which nutrients move between soil, vegetation, microorganisms, and the atmosphere[3].

Microorganisms, including fungi and bacteria, occupy a central position in these processes. Soil microbial communities regulate decomposition, nutrient mineralization, organic matter transformation, and plant–soil interactions. Climate-induced changes in temperature and moisture can modify microbial abundance, community composition, functional diversity, and enzymatic activity. Fungal communities are particularly important because many fungi possess the enzymatic capacity to decompose complex plant-derived organic compounds and contribute to carbon and nutrient cycling. Changes in fungal community structure may therefore influence ecosystem functioning and can potentially serve as indicators of environmental change.

Climate change can also modify the competitive relationships among plant species and consequently affect community composition. Species with different physiological strategies respond differently to warming, drought, elevated CO_2, and altered precipitation. Drought-tolerant species may become increasingly dominant under water-limited conditions, whereas species with high water requirements may decline. In some grasslands and savannahs, changes in temperature and precipitation may facilitate woody plant expansion, while altered fire regimes and increasing aridity may promote the spread of invasive grasses. These transformations can substantially alter vegetation structure, habitat availability, carbon storage, and ecosystem productivity.

Biodiversity represents a key component of ecosystem resilience. Species-rich ecosystems may possess greater functional redundancy, allowing some ecological functions to persist even when individual species decline. However, climate change can reduce biodiversity through local population losses, range contraction, habitat fragmentation, altered species interactions, and climate-driven extinctions. The loss of functionally important species may have disproportionate consequences for ecosystem processes. Climate change has already been associated with local species losses, changes in community composition, mass mortality events, and ecosystem restructuring across many regions.

The impacts of climate change are particularly complex because climatic drivers interact with existing anthropogenic pressures. Land-use change, deforestation, urbanization, agricultural intensification, overgrazing, pollution, and habitat

fragmentation can reduce ecosystem resilience and limit the ability of species to adapt or migrate in response to changing climatic conditions. Conversely, climate change can intensify the effects of these pressures by increasing drought stress, wildfire risk, pest outbreaks, and water scarcity. Thus, climate change should not be considered independently from other components of global environmental change.

Terrestrial ecosystems also differ substantially in their sensitivity and adaptive capacity. Forests, grasslands, deserts, tundra, wetlands, agricultural landscapes, and urban green systems respond differently to climatic changes because of differences in species composition, soil characteristics, hydrological conditions, disturbance regimes, and historical climate variability. Dryland ecosystems may be particularly sensitive to changes in precipitation and drought, whereas high-latitude ecosystems are strongly affected by warming and permafrost degradation. Tropical ecosystems may experience increasing heat stress and changes in precipitation that threaten biodiversity and ecosystem carbon storage. These differences highlight the importance of considering ecosystem-specific mechanisms when evaluating climate impacts.

An important aspect of ecosystem dynamics is the potential occurrence of ecological thresholds and nonlinear responses. Ecosystems may initially absorb climatic stress through physiological acclimation, behavioral adaptation, species redistribution, or changes in community composition. However, when environmental conditions exceed critical thresholds, ecosystem responses may become rapid and difficult to reverse. Examples include forest dieback, vegetation shifts, desertification, abrupt changes in species composition, and transitions from carbon sinks to carbon sources. The identification of such thresholds is essential for predicting future ecosystem trajectories.

Climate change can also influence ecosystem multifunctionality, which refers to the capacity of ecosystems to perform several ecological functions simultaneously. These functions include primary production, carbon storage, nutrient cycling, decomposition, soil formation, water regulation, and habitat provision. Changes in species composition and environmental conditions may cause trade-offs among these functions. For example, increased plant productivity under elevated CO_2 may occur simultaneously with declining nutrient availability or increased drought stress. Therefore, assessment of climate impacts should move beyond individual ecosystem processes and consider the integrated functioning of ecosystems[4].

The consequences of structural and functional changes extend to ecosystem services that support human societies. Terrestrial ecosystems provide food, timber, fiber, freshwater regulation, soil fertility, pollination, climate regulation, recreation, and cultural benefits. Climate-driven ecosystem changes can reduce the reliability and quality of these services. The IPCC has concluded that climate change is already affecting ecosystem services associated with human health, livelihoods, and well-being, while protection and restoration of ecosystems can strengthen resilience and help maintain service provision.

The study of climate-change impacts on terrestrial ecosystem structure and functional dynamics is therefore essential for understanding future environmental

trajectories. A comprehensive assessment requires integration of vegetation characteristics, species composition, biodiversity, productivity, carbon storage, soil processes, microbial activity, nutrient cycling, hydrological conditions, and disturbance regimes. Long-term ecological monitoring, remote sensing, experimental research, ecological modelling, and biodiversity assessments can provide complementary information for identifying changes and predicting future ecosystem responses.

Particular importance should be given to the interactions between climate change and biological communities. Changes in species distribution, phenology, abundance, functional traits, and interspecific interactions may collectively determine whether ecosystems maintain their structure and functions or transition toward alternative states. Understanding these mechanisms is especially important in regions where ecosystems are simultaneously exposed to climatic stress and intense anthropogenic transformation.

Ultimately, climate change represents not merely a change in environmental temperature or precipitation but a fundamental driver of ecological reorganization. Its influence extends from individual physiological responses to population dynamics, community composition, ecosystem structure, biogeochemical cycling, and ecosystem services. The increasing frequency of compound climatic hazards and their interaction with land-use change and other anthropogenic pressures make ecosystem responses increasingly complex.

Therefore, investigating the impact of climate change on the structural and functional dynamics of terrestrial ecosystems is of central importance to contemporary ecology. Such research provides the scientific basis for identifying vulnerable ecosystems, understanding mechanisms of ecological resistance and resilience, predicting future changes in biodiversity and ecosystem functioning, and developing effective conservation and restoration strategies. Protecting ecosystem integrity, maintaining biodiversity, restoring degraded habitats, improving landscape connectivity, and strengthening ecosystem-based adaptation will be essential for reducing climate-related ecological risks and maintaining the capacity of terrestrial ecosystems to provide critical functions and services under rapidly changing environmental conditions.

Materials and Methods

The study was designed to comprehensively assess the effects of climate change on the structural and functional dynamics of terrestrial ecosystems by integrating ecological, biogeographical, soil, microbiological, and statistical approaches. The methodological framework was based on the assumption that changes in temperature, precipitation, soil moisture, atmospheric conditions, and the frequency of extreme climatic events can influence vegetation structure, species composition, biodiversity, productivity, soil properties, microbial activity, nutrient cycling, and ecosystem resilience. Therefore, both structural and functional indicators were examined to obtain an integrated assessment of ecosystem responses to climatic variability.

Field investigations were conducted in terrestrial ecosystems representing different ecological and climatic conditions and different degrees of exposure to climatic stress. Forest, grassland, shrub, semi-arid, agricultural, and anthropogenically transformed ecosystems were considered where appropriate. Sampling sites were selected to reflect variation in vegetation type, altitude, soil characteristics, moisture availability, temperature regime, and intensity of human disturbance. Particular attention was given to areas where long-term changes in temperature and precipitation could be related to observable changes in ecosystem structure and functioning.

At each sampling site, geographical coordinates, altitude, vegetation type, land-use characteristics, degree of anthropogenic disturbance, and visible signs of climatic stress were recorded. Climatic stress indicators included evidence of prolonged drought, vegetation drying, premature leaf senescence, reduced plant regeneration, soil desiccation, wildfire impacts, erosion, and other disturbance characteristics. Geographic positioning was determined using GPS, while spatial characteristics of the sampling sites were subsequently incorporated into the ecological analysis.

Climatic data were obtained from available meteorological observations and long-term environmental records. Mean annual temperature, seasonal temperature, annual and seasonal precipitation, relative humidity, drought characteristics, and the frequency of extreme temperature and precipitation events were considered. Where appropriate, climatic variables were analyzed over a sufficiently long temporal period to identify trends rather than short-term fluctuations. Temperature and precipitation anomalies were calculated by comparing individual years or periods with the corresponding long-term climatic baseline.

The Standardized Precipitation Index and other drought-related indicators were considered for evaluating changes in water availability. Temperature anomalies were used to determine the magnitude of warming relative to the reference period. Where data were available, additional indicators such as the number of hot days, duration of dry periods, precipitation intensity, and length of the growing season were incorporated into the analysis. These climatic variables were subsequently compared with ecological indicators to determine their relationships with changes in terrestrial ecosystem structure and functioning.

Vegetation surveys were conducted to characterize the structural composition of plant communities. Within each sampling site, representative quadrats or transects were established according to ecosystem type. Plant species were identified using appropriate botanical identification keys and reference materials. For each species, occurrence, abundance, percentage cover, and, where appropriate, height and biomass were recorded. In forest ecosystems, additional structural parameters such as tree density, diameter at breast height, canopy cover, regeneration intensity, and evidence of mortality were considered.

Vegetation structure was evaluated using species richness, relative abundance, percentage cover, community composition, and vertical stratification. Changes in the relative contribution of trees, shrubs, herbaceous plants, and other functional groups were examined. Particular attention was given to the occurrence of drought-tolerant,

thermophilic, and stress-adapted species because changes in their abundance may indicate ecological responses to increasing temperature and water limitation.

Plant biodiversity was quantified using ecological diversity indices. Species richness was calculated as the total number of recorded species within each sampling unit. The Shannon–Wiener diversity index was used to characterize species diversity, while the Simpson index was applied to assess dominance patterns. Evenness was calculated to determine the degree to which abundance was distributed among species. These indices were compared between ecosystems and climatic conditions to evaluate potential changes in community structure.

Functional diversity was evaluated by considering ecological and physiological traits of plant species, including growth form, life history, leaf characteristics, water-use strategy, nutrient requirements, and tolerance to environmental stress. Functional groups were classified according to their ecological characteristics, allowing changes in the functional composition of communities to be evaluated independently of taxonomic richness. This approach was particularly important for determining whether climate change favors particular functional strategies even when overall species richness remains relatively stable.

Phenological observations were used to assess climate-related changes in plant development. The timing of leaf emergence, flowering, fruiting, seed maturation, leaf senescence, and dormancy was recorded where appropriate. Phenological observations were compared with temperature and precipitation data to determine whether changes in seasonal climatic conditions were associated with shifts in plant developmental stages. Earlier flowering or leaf emergence, prolonged growing seasons, or premature senescence were considered potential indicators of climatic influence.

Vegetation productivity was assessed using indicators such as aboveground biomass, vegetation cover, plant growth, and, where available, remotely sensed vegetation indices. The Normalized Difference Vegetation Index and related spectral indicators were considered for evaluating spatial and temporal changes in vegetation activity. Remote sensing data can provide valuable information about ecosystem productivity over large areas and allow field observations to be integrated with landscape-scale analysis.

Soil investigations were conducted because soil represents a major component of terrestrial ecosystem functioning and is strongly influenced by climatic variability. Soil samples were collected from the upper soil layer using standardized sampling procedures. Several subsamples were combined to obtain representative composite samples for each sampling site. Samples were transported to the laboratory under appropriate conditions and analyzed for physicochemical and biological characteristics.

Soil moisture was determined gravimetrically, while soil temperature was recorded during field sampling. Soil pH and electrical conductivity were measured using calibrated instruments. Soil organic matter and organic carbon were analyzed as indicators of carbon storage and soil functional condition. Available nitrogen and phosphorus were determined using appropriate standardized analytical procedures.

These parameters were used to assess the influence of climate-related changes on nutrient availability and soil fertility.

Carbon dynamics were evaluated through measurements of soil organic carbon, vegetation biomass, and indicators of soil respiration and organic matter decomposition. Soil respiration was considered an important functional indicator because it reflects carbon dioxide release associated with microbial and root activity. Where possible, decomposition processes were evaluated using standardized litterbag experiments in which pre-weighed plant material was placed in mesh bags and exposed to field conditions for a predetermined period. Mass loss following retrieval was used to estimate decomposition intensity.

Microbiological and mycological analyses were included to determine how climatic conditions influence belowground biological communities. Soil samples were analyzed using conventional cultivation-based approaches. Serial dilutions were prepared and inoculated onto appropriate nutrient media, including Sabouraud Agar, Potato Dextrose Agar, and Czapek-Dox Agar where appropriate. Following incubation under controlled laboratory conditions, fungal colonies were counted and expressed as colony-forming units per gram of soil (CFU/g).

Representative fungal isolates were identified according to macromorphological and micromorphological characteristics, including colony appearance, pigmentation, growth rate, sporulation, and reproductive structures. Particular attention was given to ecologically important genera such as Aspergillus, Penicillium, Cladosporium, Alternaria, Fusarium, and Trichoderma. The abundance and composition of fungal communities were compared with temperature, precipitation, soil moisture, organic carbon, nutrient availability, and vegetation characteristics.

Microbial and fungal diversity was evaluated using species richness, Shannon–Wiener diversity, Simpson dominance, and evenness indices. These parameters were used to determine whether warming, drought, and altered precipitation were associated with changes in belowground community structure. Relationships between fungal community composition and environmental variables were further assessed using multivariate statistical techniques.

The response of terrestrial ecosystems to extreme climatic events was assessed separately. Information concerning droughts, heat waves, extreme precipitation, wildfire, and other major disturbances was incorporated into the analysis where available. Vegetation mortality, biomass reduction, changes in species composition, soil degradation, and recovery dynamics were used as indicators of ecosystem response. The post-disturbance recovery of vegetation and soil biological communities was also considered as a measure of ecosystem resilience.

Ecosystem resilience was evaluated through the capacity of vegetation and soil communities to maintain or recover their structure and functional characteristics following climatic disturbances. Indicators included recovery of vegetation cover, plant regeneration, restoration of species composition, recovery of soil moisture and organic matter, and stabilization of microbial activity. Ecosystems demonstrating

relatively rapid recovery were interpreted as having greater resistance or resilience to the investigated climatic stress.

Relationships between climatic variables and ecosystem characteristics were evaluated statistically. Descriptive statistics were calculated for temperature, precipitation, soil parameters, vegetation characteristics, biodiversity indices, microbial abundance, and productivity indicators. Mean values, standard deviations, minimum and maximum values, and coefficients of variation were calculated for the main parameters.

Correlation analysis was used to determine relationships between climatic variables and ecological indicators. Pearson correlation coefficients were applied where variables met the assumptions of parametric analysis, whereas Spearman rank correlation coefficients were used for non-normally distributed data or ordinal variables. Regression analysis was used to evaluate the direction and strength of relationships between temperature or precipitation changes and ecosystem responses.

Differences among ecosystem types and climatic conditions were evaluated using appropriate statistical tests. Analysis of variance was applied when parametric assumptions were satisfied, while non-parametric tests were used for data that did not meet those assumptions. Statistical significance was assessed at $p < 0.05$.

Multivariate methods were applied to identify the principal environmental variables controlling ecosystem structure and functional characteristics. Principal Component Analysis was used to reduce the dimensionality of the dataset and visualize relationships among climatic variables, vegetation characteristics, soil properties, microbial parameters, and biodiversity indices. Cluster analysis was additionally considered for grouping sampling sites according to similarities in ecological response.

Where species composition was compared among ecosystems, community similarity measures were calculated. These analyses allowed the identification of changes in species assemblages associated with climatic gradients and disturbance regimes. Relationships between species composition and environmental variables were evaluated using appropriate ordination techniques where necessary.

The data were processed using Microsoft Excel and statistical software, including SPSS and PAST. Ecological diversity indices and statistical analyses were calculated using standardized formulas and procedures. Graphical representation of temporal and spatial changes was used to facilitate interpretation of relationships between climatic conditions and ecosystem characteristics.

Quality control was maintained throughout field and laboratory investigations. Sampling procedures were standardized across sites, instruments were calibrated before measurements, and laboratory analyses were conducted using replicated samples. Microbiological procedures were performed using sterile techniques to reduce contamination. Sample identification, collection dates, environmental conditions, transportation, storage, and laboratory processing were documented systematically.

The integration of climatic, vegetation, soil, microbiological, mycological, biodiversity, and statistical data provided a comprehensive methodological framework

for assessing the structural and functional dynamics of terrestrial ecosystems under climate change. This multidisciplinary approach enabled the identification of relationships between climatic variability and changes in species composition, vegetation structure, productivity, soil processes, microbial communities, nutrient cycling, and ecosystem resilience. It also provided a methodological basis for distinguishing direct climatic effects from responses associated with interacting anthropogenic disturbances.

Results and Discussion

The results demonstrated that climate change has a substantial and multidimensional influence on the structural and functional dynamics of terrestrial ecosystems. Changes in temperature, precipitation patterns, drought frequency, extreme climatic events, and the duration of growing seasons were associated with alterations in vegetation composition, biodiversity, productivity, soil properties, microbial activity, nutrient cycling, and ecosystem resilience. The magnitude and direction of these responses varied among ecosystem types and depended strongly on baseline climatic conditions, soil characteristics, vegetation composition, and the intensity of additional anthropogenic pressures.

One of the most evident responses was associated with increasing temperature. Rising temperatures influenced plant physiological processes, phenological development, evapotranspiration, soil microbial activity, and decomposition. In ecosystems where water availability remained sufficient, moderate warming could extend the growing season and temporarily increase vegetation productivity. However, under conditions of limited soil moisture, higher temperatures increased evaporative demand and intensified water stress. Consequently, the positive effects of warming were frequently restricted to relatively moist environments, whereas dry and semi-arid ecosystems demonstrated greater sensitivity to temperature increases.

Changes in precipitation were found to be equally important. Alterations in the amount, seasonal distribution, and intensity of precipitation affected soil moisture, plant water availability, nutrient mobility, and microbial activity. Reduced precipitation and prolonged dry periods were generally associated with decreased vegetation cover, reduced plant productivity, premature senescence, and impaired regeneration. Conversely, intense precipitation events could increase surface runoff, erosion, nutrient leaching, and the redistribution of organic matter. These observations indicate that the ecological consequences of precipitation change depend not only on total annual rainfall but also on its temporal and spatial distribution.

Drought emerged as one of the most important mechanisms through which climate change affects terrestrial ecosystems. Prolonged water deficiency reduces stomatal conductance, photosynthetic activity, plant growth, and biomass accumulation. Under severe drought conditions, plants may experience hydraulic failure, carbon starvation, and increased susceptibility to pests and pathogens. In forest ecosystems, repeated drought can contribute to canopy thinning, branch mortality, tree death, and reduced regeneration. These structural changes may subsequently modify

light availability, microclimatic conditions, litter production, and competitive interactions within plant communities.

Changes in vegetation structure were accompanied by modifications in species composition. Species with high drought tolerance, deep root systems, conservative water-use strategies, and greater thermal tolerance tended to become increasingly important under warmer and drier conditions. In contrast, species dependent on stable moisture conditions may experience population declines or habitat contraction. Such changes can gradually transform community composition even without immediate local species extinction. The replacement of climate-sensitive species by more stress-tolerant taxa may therefore represent an important early indicator of long-term ecosystem transformation.

Species richness and community diversity also demonstrated sensitivity to climatic stress. Ecosystems exposed to prolonged drought or repeated extreme climatic events may experience reductions in sensitive species and increased dominance by a smaller number of tolerant species. This process can decrease evenness and alter the functional structure of plant communities. However, the response of biodiversity was not uniform. In some ecosystems, climatic variability can temporarily increase species coexistence by creating spatially heterogeneous environmental conditions. Therefore, changes in biodiversity should be interpreted in relation to the intensity, duration, and direction of climatic change.

Functional diversity provided additional information about ecosystem responses. Changes in species composition were frequently accompanied by changes in ecological strategies, including water-use efficiency, growth form, leaf characteristics, rooting depth, and nutrient-use strategies. Under increasing climatic stress, communities may shift toward species possessing traits that enhance survival under drought and high temperature. Such functional shifts can influence ecosystem productivity, carbon storage, decomposition, and nutrient cycling even when taxonomic diversity remains relatively stable.

Phenological responses represented another important consequence of climate change. Increasing temperatures can cause earlier leaf emergence, flowering, and fruiting in many temperate plant species. Changes in the timing of senescence may also modify the duration of the growing season. Although an extended growing season can potentially increase annual productivity, phenological shifts may produce ecological mismatches between plants and interacting organisms. For example, changes in flowering periods can influence pollinator availability, while changes in plant development can alter food resources for herbivores.

The results also indicated that climate change affects terrestrial ecosystem productivity through interacting effects of temperature and water availability. Moderate warming under adequate moisture conditions may stimulate photosynthesis and plant growth, while warming combined with drought can strongly suppress productivity. Consequently, temperature alone is insufficient to explain changes in vegetation dynamics. The interaction between temperature, precipitation, soil

moisture, atmospheric CO_2 concentration, and nutrient availability is more important for determining ecosystem productivity[5].

Soil moisture was identified as a major factor connecting climatic variability with ecosystem functioning. Reduced soil moisture limited plant water uptake and affected microbial activity and nutrient transformations. Drought can decrease microbial mobility and restrict the decomposition of organic substrates, while subsequent rewetting may produce rapid pulses of microbial activity and carbon dioxide release. These fluctuations can significantly influence annual carbon and nutrient fluxes and demonstrate that soil biological processes may respond strongly to changes in precipitation patterns.

Changes in soil carbon dynamics were particularly important. Vegetation productivity determines the amount of organic material entering the soil, while microbial decomposition controls the transformation and release of carbon. Warming may increase decomposition under favorable moisture conditions, potentially reducing soil carbon stocks. However, drought can temporarily suppress microbial decomposition by restricting water availability. Repeated cycles of drought and rewetting may create complex temporal patterns of carbon mineralization. Therefore, the response of soil carbon to climate change depends on interactions among temperature, soil moisture, substrate quality, microbial community structure, and vegetation productivity.

Nutrient cycling was similarly affected by climatic changes. Alterations in temperature and soil moisture influenced mineralization, immobilization, nitrification, denitrification, and nutrient uptake. Drought may reduce nutrient mobility and plant uptake, whereas intense rainfall can increase nutrient leaching and erosion. Such changes can produce periods of nutrient limitation followed by nutrient pulses after rewetting. The balance between carbon, nitrogen, and phosphorus availability is therefore expected to change under altered climatic conditions.

Microbial communities responded strongly to changes in temperature and moisture. Soil microorganisms regulate decomposition and nutrient cycling and therefore represent an important link between climate variability and ecosystem functioning. Changes in microbial activity can modify carbon dioxide emissions, nutrient mineralization, and soil organic matter turnover. In drought-affected ecosystems, microbial activity may decline because of reduced water availability, while rewetting can produce rapid increases in microbial respiration and nutrient release.

The composition of fungal communities also demonstrated ecological sensitivity to climatic conditions. Changes in soil moisture, temperature, organic matter availability, and vegetation composition can alter fungal abundance and community structure. Genera such as Aspergillus, Penicillium, Cladosporium, Alternaria, Fusarium, and Trichoderma may respond differently depending on environmental conditions and substrate availability. Stress-tolerant fungal taxa can become more prominent under dry or disturbed conditions, while moisture-dependent taxa may decline.

These changes are ecologically important because fungi contribute substantially to decomposition and nutrient cycling. Alteration of fungal community composition can change the efficiency with which plant residues are decomposed and nutrients are released. Therefore, climate-induced changes in fungal diversity may have consequences extending beyond microbial ecology to ecosystem-scale carbon and nutrient dynamics. Fungal community parameters may consequently provide useful biological indicators for detecting climate-related environmental change.

Extreme climatic events produced particularly pronounced structural and functional responses. Heat waves, severe droughts, intense rainfall, storms, and wildfires can cause rapid changes that differ substantially from gradual climatic trends. Heat and drought can cause sudden plant mortality, while intense precipitation can generate erosion and nutrient export. Wildfire can rapidly eliminate vegetation biomass, modify soil organic matter, alter nutrient availability, and restructure microbial communities. Repeated extreme events can reduce the time available for ecosystem recovery and progressively decrease ecosystem resilience.

Wildfire represents a particularly important disturbance mechanism in warming environments. Increased temperature and aridity can enhance fuel dryness and fire risk. Following fire, vegetation cover may decline sharply, soil properties may change, and nutrient pools may be redistributed. Fire can temporarily increase the availability of some mineral nutrients while simultaneously causing carbon losses and soil degradation. If fires occur repeatedly before vegetation and soil communities recover, ecosystems may undergo persistent structural changes and transition toward alternative vegetation states.

Forest ecosystems were particularly vulnerable to the combined effects of warming, drought, wildfire, pests, and pathogens. Increased tree mortality can reduce canopy density and biomass, creating structural gaps and altering microclimatic conditions. Reduced forest productivity may also weaken carbon sequestration capacity. In severe cases, disturbances can transform forests from long-term carbon sinks into temporary or persistent carbon sources. Such changes have implications not only for local ecosystem functioning but also for regional and global climate regulation.

Grassland and semi-arid ecosystems showed strong sensitivity to precipitation variability. Reduced rainfall can decrease herbaceous biomass and increase the relative abundance of drought-tolerant species. In contrast, unusually high precipitation may temporarily increase productivity but can also enhance nutrient losses and erosion. Changes in the balance between grasses, forbs, shrubs, and woody vegetation can significantly alter carbon storage, fire regimes, habitat availability, and grazing potential.

Climate change also interacted strongly with existing anthropogenic pressures. Ecosystems subjected to deforestation, overgrazing, intensive agriculture, pollution, fragmentation, or urbanization often demonstrated reduced capacity to withstand climatic stress. Anthropogenic degradation can decrease vegetation cover, soil organic matter, and biodiversity, thereby weakening the mechanisms responsible for ecological

resistance and recovery. Conversely, climatic stress can intensify the consequences of land degradation, creating reinforcing feedbacks between climate change and ecosystem degradation.

An important finding is that ecosystem responses were not determined exclusively by climatic variables. Soil properties, vegetation diversity, species functional traits, landscape connectivity, disturbance history, and microbial community composition all influenced ecosystem sensitivity. Ecosystems with greater biodiversity and functional redundancy may possess greater capacity to maintain ecological functions under climatic stress. In contrast, ecosystems characterized by low diversity and intensive disturbance may be more vulnerable to abrupt structural and functional changes.

The analysis of ecosystem resilience indicated that recovery following climatic disturbances varied considerably among ecosystem types. Ecosystems with intact vegetation, favorable soil conditions, high biodiversity, and effective regeneration mechanisms demonstrated greater capacity for recovery. Severely degraded ecosystems, however, often exhibited slower recovery and greater shifts in species composition. This indicates that conservation of ecosystem integrity before severe climatic disturbance occurs may be more effective than attempting to restore ecological functions after substantial degradation.

The findings further emphasize the importance of biodiversity conservation as a climate adaptation strategy. Maintaining species and functional diversity increases the probability that some organisms will possess traits suitable for future climatic conditions. Landscape connectivity can additionally facilitate species migration and range shifts. Protected areas, ecological corridors, restoration of degraded habitats, and conservation of climate refugia can therefore contribute to maintaining ecosystem resilience.

From a functional perspective, climate-induced structural changes may affect several ecosystem processes simultaneously. Changes in vegetation composition influence productivity and litter quality; altered litter quality affects decomposition; decomposition controls nutrient release; nutrient availability affects plant productivity; and plant productivity determines carbon input to soil. This interconnected feedback structure means that relatively small climatic changes can propagate through multiple ecosystem components and produce larger-scale changes in ecosystem functioning.

The results support the view that terrestrial ecosystem responses to climate change should be assessed using integrated structural and functional indicators rather than isolated measurements. Species richness alone may not reveal changes in ecosystem functioning, while productivity alone may not indicate biodiversity loss. A combination of vegetation structure, functional diversity, biomass, soil organic carbon, nutrient availability, microbial activity, fungal diversity, phenology, and climatic variables provides a more comprehensive understanding of ecosystem dynamics[6].

Overall, the study demonstrates that climate change is acting as a powerful driver of terrestrial ecosystem reorganization. Increasing temperature, altered precipitation, drought, and extreme events modify species composition, vegetation structure, productivity, soil processes, microbial communities, nutrient cycling, and ecosystem

resilience. The effects are strongly dependent on ecosystem type and are amplified by existing anthropogenic pressures.

The results have important implications for ecological management. Conservation and restoration strategies should prioritize maintenance of native biodiversity, improvement of landscape connectivity, protection of soil resources, sustainable water management, restoration of degraded vegetation, and enhancement of ecosystem carbon storage. Climate-adaptive management should also incorporate monitoring of phenology, vegetation productivity, soil moisture, microbial communities, and biodiversity to detect early signs of ecological transformation.

In conclusion, climate change should be understood as a multidimensional ecological driver capable of modifying both the structural organization and functional performance of terrestrial ecosystems. The interaction of warming, altered precipitation, drought, extreme events, and anthropogenic disturbance can weaken ecosystem stability and increase the probability of irreversible ecological transitions. At the same time, ecosystems with high biodiversity, intact soil processes, functional redundancy, and effective regeneration mechanisms may retain considerable adaptive capacity. Strengthening ecosystem resilience through conservation, restoration, sustainable land management, and long-term ecological monitoring is therefore essential for maintaining terrestrial ecosystem functioning under future climatic conditions.

Conclusion

Climate change is a major driver of structural and functional transformations in terrestrial ecosystems, affecting vegetation composition, biodiversity, productivity, soil properties, microbial communities, nutrient cycling, carbon storage, and ecosystem resilience. The results demonstrate that increasing temperature, altered precipitation regimes, prolonged droughts, heat waves, wildfires, and other extreme climatic events do not act independently but interact to produce complex ecological responses.

Increasing temperature can modify plant physiological processes, extend or shorten growing seasons depending on environmental conditions, alter phenological patterns, and change species competitive relationships. However, the effects of warming are strongly dependent on water availability. Under adequate moisture conditions, moderate warming may stimulate plant productivity, whereas warming combined with drought can result in reduced photosynthesis, impaired regeneration, biomass loss, and increased mortality. Thus, the interaction between temperature and precipitation represents one of the principal mechanisms determining terrestrial ecosystem responses to climate change.

Alterations in precipitation regimes can substantially modify soil moisture, plant water availability, nutrient mobility, erosion, and microbial activity. Prolonged drought can reduce vegetation cover and productivity, increase the mortality of sensitive plant species, and promote the expansion of drought-tolerant taxa. Conversely, intense precipitation events can increase runoff, erosion, and nutrient leaching. These processes may alter both the structural organization and functional capacity of terrestrial ecosystems.

The study also demonstrates that climate change can cause significant shifts in plant community composition and functional diversity. Species with greater tolerance to heat and water stress may become increasingly dominant, while climate-sensitive species may experience population declines and range contraction. Changes in phenology can further modify interactions among plants, pollinators, herbivores, pathogens, and microorganisms. Consequently, climate-driven changes in biodiversity may influence ecosystem functioning even when total species richness remains relatively stable.

Soil processes represent a critical component of ecosystem responses to climate change. Alterations in temperature and soil moisture influence organic matter decomposition, soil respiration, carbon storage, nutrient mineralization, and microbial activity. Changes in microbial and fungal communities can modify the transformation of carbon, nitrogen, phosphorus, and other nutrients. Therefore, soil microorganisms, including micromycetes, should be considered important biological components in assessments of climate-induced ecosystem transformation.

The results indicate that extreme climatic events can accelerate ecosystem change and reduce recovery capacity when they occur repeatedly or in combination with anthropogenic pressures. Drought, wildfire, heat waves, and intense precipitation can produce rapid reductions in biomass, changes in vegetation structure, soil degradation, and alterations in microbial communities. Repeated disturbances may prevent ecosystems from returning to their previous state and increase the probability of shifts toward alternative ecological conditions.

Forest, grassland, semi-arid, and other terrestrial ecosystems differ in their sensitivity and adaptive capacity. Ecosystems characterized by high biodiversity, intact soil structure, functional redundancy, and effective regeneration mechanisms generally possess greater resilience. In contrast, ecosystems already affected by deforestation, overgrazing, fragmentation, pollution, intensive agriculture, or other anthropogenic pressures are more vulnerable to additional climatic stress.

An important conclusion is that climate change and anthropogenic ecosystem degradation create mutually reinforcing processes. Human-induced habitat fragmentation, vegetation loss, soil degradation, and biodiversity decline can reduce ecosystem resilience, while climate change can intensify drought, wildfire, pest outbreaks, and resource limitations. Effective ecosystem management must therefore address climatic and non-climatic pressures simultaneously.

The conservation of biodiversity and functional diversity represents one of the most important strategies for maintaining ecosystem resilience. Protection of natural habitats, restoration of degraded ecosystems, establishment of ecological corridors, conservation of soil resources, sustainable water management, and maintenance of native vegetation can strengthen the capacity of ecosystems to withstand climatic disturbances. Ecosystem-based adaptation and nature-based solutions can further contribute to climate mitigation and adaptation while maintaining ecosystem services.

Overall, the study confirms that climate change affects terrestrial ecosystems at multiple organizational levels, from individual physiological processes and species

phenology to community composition, soil functioning, biogeochemical cycling, and ecosystem stability. The assessment of these changes should therefore rely on integrated indicators combining climatic variables, vegetation structure, biodiversity, functional traits, soil properties, microbial activity, carbon dynamics, and ecosystem productivity.

In conclusion, maintaining the structural integrity and functional stability of terrestrial ecosystems under climate change requires long-term ecological monitoring, protection of biodiversity, restoration of degraded habitats, sustainable land-use practices, and enhancement of ecosystem resilience. Early identification of climate-sensitive changes, particularly alterations in vegetation structure, soil processes, microbial communities, and biodiversity, can support timely conservation measures and reduce the risk of irreversible ecosystem degradation. Strengthening the natural adaptive capacity of terrestrial ecosystems is consequently essential for preserving biodiversity, regulating carbon and nutrient cycles, maintaining ecosystem services, and ensuring ecological sustainability under future climatic conditions.

References

1. Belitz, M. W., Campbell, C. J., Drum, R. G., et al. (2025). A case for assemblage-level conservation to address the biodiversity crisis. Nature Reviews Biodiversity, 1, 134–143.
2. Duhamel, S. (2025). The microbial phosphorus cycle in aquatic ecosystems. Nature Reviews Microbiology, 23, 239–255.
3. Higgins, S. I., Conradi, T., & Muhoko, E. (2023). Shifts in vegetation activity of terrestrial ecosystems attributable to climate trends. Nature Geoscience, 16, 147–153.
4. Lawlor, J. A., Comte, L., Grenouillet, G., et al. (2024). Mechanisms, detection and impacts of species redistributions under climate change. Nature Reviews Earth & Environment, 5, 351–368.
5. Philippot, L., Chenu, C., Kappler, A., Rillig, M. C., Fierer, N., et al. (2024). The interplay between microbial communities and soil properties. Nature Reviews Microbiology, 22, 226–239.
6. Rillig, M. C. (2025). Global change refugia could shelter species from multiple threats. Nature Reviews Biodiversity, 1, 10–11.
7. Romero, F., Tedersoo, L., et al. (2023). Increasing the number of stressors reduces soil ecosystem services worldwide. Nature Climate Change, 13, 478–483.

Section: Economy

УЧАСНИКИ ТА МОДЕЛІ ВЗАЄМОДІЇ В ІННОВАЦІЙНОМУ ПРОЦЕСІ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

Фімяр Світлана
к.е.н., доцент
Довгань Віктор
аспірант
Блакита Вадим
аспірант
Кафедра економіки, фінансів та обліку
ПВНЗ «Європейський університет», Україна

У межах дослідження організації взаємодії учасників інноваційного процесу на промисловому підприємстві та визначення чинників забезпечення його максимальної інноваційної ефективності доцільно насамперед систематизувати основні групи суб'єктів, залучених до створення, впровадження, фінансування та комерціалізації інновацій. Такий підхід набуває особливого значення для сучасної економіки України, де інноваційна діяльність підприємств відбувається в умовах воєнних ризиків, дефіциту інвестиційних ресурсів, руйнування частини виробничої інфраструктури, цифрової трансформації та необхідності інтеграції до європейського інноваційного простору.

До першої групи належать безпосередні учасники інноваційного процесу всередині підприємства. Їх діяльність охоплює весь цикл створення інновації – від формування ідеї до її практичного використання та виходу на ринок:

- новатор – суб'єкт, який здійснює пошук і генерування нових ідей, проводить дослідження, розробляє нові продукти, технології, управлінські рішення або організаційні підходи;
- інноватор – учасник, відповідальний за практичне впровадження новації, її адаптацію до виробничих умов, просування та подальшу комерціалізацію.

До другої групи доцільно віднести суб'єктів, які формують зовнішнє середовище та інфраструктурне забезпечення інноваційної діяльності. До них належать:

- державні органи та органи місцевого самоврядування, які здійснюють нормативно-правове регулювання, формують державну інноваційну політику, забезпечують механізми державної підтримки, грантового фінансування та стимулювання технологічного розвитку;
- організації інноваційної інфраструктури – технопарки, бізнес-інкубатори, акселератори, центри трансферу технологій, наукові парки, інноваційні хаби та

інші структури, що сприяють створенню, поширенню й комерціалізації науково-технічних розробок;

- громадські, професійні та галузеві об'єднання, які представляють інтереси виробників і споживачів інноваційної продукції, сприяють обміну досвідом, формуванню професійних мереж і розвитку саморегулювання інноваційної діяльності.

Для України особливого значення набуває розвиток інноваційної інфраструктури на регіональному рівні, оскільки вона може стати основою відновлення промислового потенціалу, залучення міжнародних партнерів та інтеграції українських підприємств у європейські ланцюги створення вартості [1, с. 160].

Третю групу формують зовнішні учасники інноваційного процесу, які безпосередньо впливають на економічну доцільність і ринкові перспективи інновацій:

- споживачі інновацій, до яких належать підприємства, державні установи, організації та населення, потреби яких формують попит на нові товари, послуги й технології;
- інвестори та фінансові установи, які забезпечують ресурсну основу інноваційної діяльності. До них належать банки, інвестиційні фонди, венчурні інвестори, міжнародні фінансові організації, кредитори та інші суб'єкти фінансового ринку;
- страхові компанії, які через механізми страхування сприяють зниженню фінансових ризиків, пов'язаних із реалізацією інноваційних проєктів;
- міжнародні партнери та інституції, включаючи міжнародні фінансові організації, технологічні компанії, науково-дослідні центри та іноземних інвесторів, роль яких для України суттєво посилюється в умовах післявоєнного відновлення та європейської інтеграції.

Таким чином, сучасний інноваційний процес слід розглядати не як ізольовану діяльність окремого підприємства, а як мережеву взаємодію бізнесу, держави, науки, фінансового сектору, споживачів та міжнародних партнерів. Саме така модель відповідає сучасній концепції інноваційних екосистем, яка активно використовується у країнах Європейського Союзу, США, Південної Кореї та інших технологічно розвинених державах.

Аналіз наукових підходів до розвитку інноваційної діяльності дає змогу виділити декілька базових моделей організації інноваційного процесу на промислових підприємствах.

Однією з перших була модель «технологічного поштовху» (technology push), характерна насамперед для 1950-х років XX століття. В її основі лежала послідовна логіка: наукові дослідження → розроблення технології → виробництво → вихід готового продукту на ринок. У межах цієї моделі саме технологічні можливості підприємства та результати науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт виступали головним джерелом інновацій [2].

Поширення такої моделі було пов’язане з післявоєнним промисловим розвитком і відносно високим попитом на нові товари. Підприємства значною мірою орієнтувалися на збільшення виробничих потужностей та освоєння нової продукції. При цьому науково-дослідна діяльність поступово переходила від зовнішніх лабораторій і спеціалізованих наукових установ до безпосередньої сфери управління промисловими компаніями.

Для раннього етапу розвитку інноваційної діяльності характерною була недостатня інтеграція науки та виробництва. Дослідження переважно здійснювалися спеціалізованими лабораторіями, а підприємства виконували роль споживачів готових науково-технічних розробок.

Основною особливістю моделі «технологічного поштовху» є лінійність інноваційного процесу, коли кожний етап розглядається як передумова наступного, а результати попередньої стадії передаються на наступну. Такий підхід забезпечує відносну простоту планування та контролю, однак має істотні обмеження в умовах нестабільного та висококонкурентного ринку.

Зокрема, недоліками цієї моделі є недостатня орієнтація на кінцевого споживача, переоцінювання значення самої технологічної ідеї, недостатня увага до маркетингових досліджень, витрат та потенційної прибутковості інноваційного проєкту. Крім того, лінійна структура ускладнює швидке коригування інноваційної стратегії у відповідь на зміну ринкової ситуації, технологічні ризики або появу конкурентних продуктів.

Для українських промислових підприємств цей аспект особливо актуальний. В умовах війни та економічної невизначеності навіть технологічно перспективна розробка може виявитися економічно недоцільною без урахування доступності ресурсів, логістики, енергетичних ризиків, платоспроможного попиту, можливостей експорту та перспектив інтеграції у європейські виробничі ланцюги [1, с. 163].

У 1960-х роках XX століття сформувалася інша концептуальна модель – «ринковий попит – рушійна сила інновацій» (market pull). На відміну від технологічно орієнтованого підходу, у центрі уваги опинилися потреби споживачів та ринковий попит. Інновація починала розглядатися не лише як результат науково-технічної діяльності, а передусім як інструмент задоволення конкретної потреби ринку.

Поширення цієї моделі було зумовлене зростанням конкуренції, насиченням окремих сегментів ринку та необхідністю ефективної реалізації значної кількості нових продуктів. Відповідно, посилилася роль маркетингових досліджень, прогнозування попиту, аналізу конкурентів, оцінювання життєвого циклу продукції та визначення потенційної місткості ринку.

Паралельно відбулося суттєве розширення промислових НДДКР. Перспективність підприємства дедалі більше визначалася не тільки його поточними виробничими можливостями, а й здатністю сформувати та реалізувати ефективний портфель інноваційних проєктів. Для їх відбору почали застосовувати портфельні матриці, аналіз конкурентоспроможності, оцінювання

життєвого циклу продукту, методи дисконтування грошових потоків та інші інструменти інвестиційного аналізу.

Важливою особливістю цього етапу стало розширення кола учасників інноваційної діяльності. До реалізації інноваційного проєкту залучалися не лише науково-дослідні та виробничі підрозділи підприємства, а й маркетингові служби, постачальники, фінансові установи, консультанти, університети та інші організації. Таким чином, інноваційний процес поступово перетворювався на мультидисциплінарну та міжорганізаційну систему.

Разом із тим модель «ринкового поштовху» також мала певні обмеження. До її основних недоліків належать реактивність, надмірна залежність від поточної кон'юнктури, переважання тактичних рішень над стратегічним плануванням та ризик концентрації на локальних удосконаленнях замість радикальної трансформації продукту або технології. Орієнтація виключно на вже сформований попит може стримувати розвиток проривних інновацій, адже споживач не завжди здатний сформулювати потребу в технології, яка ще не існує [3].

Для сучасної України важливим є поєднання переваг technology push і market pull. Підприємствам необхідно одночасно враховувати результати науково-технічного розвитку та реальні потреби внутрішнього й міжнародного ринків. Особливо це стосується підприємств, орієнтованих на експорт, цифровізацію, енергоефективність, оборонні технології, відновлення інфраструктури та виробництво продукції з високою доданою вартістю.

Міжнародний досвід свідчить, що найбільш результативними нині є інтерактивні та екосистемні моделі інновацій, у яких ідея, технологія, потреби споживача, фінансування, виробництво та маркетинг взаємодіють не послідовно, а паралельно. Для українських підприємств перехід до таких моделей створює можливості швидшої адаптації до кризових умов, залучення міжнародного фінансування, використання цифрових технологій та формування конкурентних переваг на європейському ринку.

Отже, еволюція моделей інноваційного процесу – від лінійної моделі «технологічного поштовху» до ринково орієнтованих, інтерактивних та екосистемних підходів – відображає загальну трансформацію сучасної економіки. В умовах України інноваційна діяльність має поєднувати технологічний розвиток, орієнтацію на потреби споживачів, ефективне управління ресурсами, цифровізацію, міжнародну кооперацію та стратегічне планування. Саме така інтегрована модель може стати важливою передумовою підвищення конкурентоспроможності українських промислових підприємств і забезпечення їхньої стійкості та відновлення у довгостроковій перспективі.

Список використаних джерел

1. Фімяр С. В., Довгань В. В. Суб'єкти інноваційної діяльності Інвестиції: практика та досвід № 20 (2025) С. 159-164 DOI: https://doi.org/10.32702/2306-6814.2025.20.159

2. OECD/Eurostat. Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation. 4th ed. Paris: OECD Publishing; Luxembourg: Eurostat, 2018. 256 p. DOI: https://doi.org/10.1787/9789264304604-en
3. OECD. OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2025: Driving Change in a Changing World. Paris: OECD Publishing, 2025. DOI: https://doi.org/10.1787/7a1d0c95-en

MODERNIZATION OF ANALYTICAL SUPPORT FOR COMMERCIAL PERFORMANCE MANAGEMENT IN THE CONTEXT OF DIGITALIZATION

Derhaliuk Marta
Doctor of Economic Sciences, Associate Professor
ORCID ID: 0000-0002-9244-1625
Department of Economics and Entrepreneurship
National Technical University of Ukraine
“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Ukraine

The rapid evolution of the global business environment and the large-scale diffusion of digital economy concepts necessitate a fundamental reevaluation of classical approaches to assessing and managing the performance of enterprises' commercial activities. Traditional analytical systems, which have long relied on retrospective financial statement analysis, are losing their relevance and predictive value in today’s dynamic market realities. They fail to provide management with timely information regarding rapid shifts in consumer preferences, supply chain transformations, and market fluctuations. In this regard, there is an urgent scientific and practical need to develop comprehensive theoretical and methodological foundations for forming integrated analytical support that leverages innovative digital tools and enables flexible, predictive, and highly precise real-time management of commercial processes.

The theoretical basis for studying modern analytical support under digital transformation allows for treating it not merely as a collection of isolated data collection methods, but as a multilevel, dynamic, and adaptive decision support system. Such a system is designed to integrate heterogeneous information flows, advanced mathematical modeling tools, and management algorithms into a unified business performance management loop. Crucially, a fundamental shift must occur from the concept of simple post-factum reporting of actual results toward proactive modeling of future scenarios for commercial activity development, which is enabled by the continuous integration of both financial and non-financial performance indicators of the enterprise.

The conceptual framework of the modernized analytical support system comprises several fundamental, continuously interacting components that generate a synergetic effect. The information component serves as the system's foundation, accumulating streams of structured and unstructured data from the organization's internal and external environments. This component is closely linked with the technological infrastructure, which encompasses modern digital platforms, cloud storage, and integrated analytical solutions. The methodological-analytical vector ensures the direct transformation of accumulated data into actionable knowledge through the application of economic analysis tools, artificial intelligence methods, and predictive modeling. The organizational-managerial component regulates the integration of analytics into the enterprise's organizational structure and the development of employees' digital competencies, while the performance-oriented component defines a system of strategic and operational key performance indicators (KPIs) that align analytical insights with global business goals.

Effective practical implementation of the described conceptual model requires establishing an integrated information environment based on modern enterprise solutions. Enterprise Resource Planning (ERP) systems play a leading role in this process by consolidating internal operational, financial, and production data, thereby eliminating the problem of information silos among separate departments. In parallel, Customer Relationship Management (CRM) systems ensure the accumulation of detailed analytical information regarding consumer behavior, transaction history, and customer satisfaction levels, which is critical for personalizing market offerings and optimizing the enterprise's sales policy. Integrating these two systems within a single analytical platform yields a comprehensive, 360-degree view of commercial processes and enhances the speed of response to market challenges.

An important technological complement to enterprise systems is the use of Internet of Things (IoT) technologies, which enable the automated collection of primary information directly from supply chains, warehousing facilities, and points of sale. This minimizes the impact of human factors on data quality and eliminates time lags between the occurrence of a business transaction and its reflection in the analytical system. At the same time, the massive influx of data from various digital channels, including web analytics and social media, necessitates the implementation of progressive information processing and storage tools. Adopting modern architectural solutions, such as Data Lakes, allows for efficient operation not only with structured tabular formats but also with unstructured arrays of multimedia and textual data, significantly expanding the horizons of commercial analysis.

The central element of the analytical loop is the processes of data preparation, cleaning, and transformation, which ensure their alignment with high-quality standards. Traditional approaches to data integration based on classic Extract, Transform, and Load (ETL) are giving way to more flexible Extract, Load, and Transform (ELT) models in today's high-speed systems. This significantly improves the performance of analytical computations and adapts information processing workflows to rapid changes in data structure. Leveraging scalable cloud computing provides access to high-performance

computing resources without requiring substantial capital investments in proprietary IT infrastructure, making advanced business intelligence tools accessible to a broad range of economic entities. Particular attention is paid to data validation and standardization procedures, as poor quality of input information inevitably distorts analytical results and leads to flawed management decisions.

Despite the significant benefits of using digital analytical solutions, global experience reveals serious structural imbalances and barriers to their adoption. Statistical data indicate that while the level of business engagement in digital transformation processes worldwide is relatively high, exceeding ninety percent, the actual share of successfully implemented projects remains moderate, barely reaching forty-five percent. This clearly confirms that the simple acquisition of modern software or investments in computing capacities does not guarantee an automatic increase in performance. A key obstacle is the deficit of qualified personnel capable of interpreting complex analytical models and integrating the results of big data processing into strategic management decisions, along with cultural resistance to change within companies.

To overcome these barriers and ensure sustainable long-term development, enterprises must transition from the fragmented use of isolated digital applications to building comprehensive corporate systems of analytical support founded on data-driven management. Future research prospects in this area should focus on developing formalized economic-mathematical models that will enable a quantitative assessment of the economic efficiency of investments in digital analytical systems, as well as on an in-depth study of mechanisms for integrating generative artificial intelligence algorithms into strategic decision-making processes to enhance the overall competitiveness of national businesses within the global digital space.

References

1. Lin Q. A meta-analytic investigation of digital transformation: antecedents, consequences, and contingencies // Journal of Business Research. 2025. Vol. 200. Art. 115643. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2025.115643
2. Al Kurdi B., Alzoubi H. M., Tan C. L., El Khatib M., Yanamandra R., Ozturk I., Shwedeh F. Internet of things-driven information sharing: a strategic approach to mitigating supply chain risks // International Review of Management and Marketing. 2025. Vol. 15, No. 3. P. 325-332. DOI: https://doi.org/10.32479/irmm.19474
3. Qiao G., Li Y., Hong A. The strategic role of digital transformation: leveraging digital leadership to enhance employee performance and organizational commitment in the digital era // Systems. 2024. Vol. 12, No. 11. Art. 457. DOI: https://doi.org/10.3390/systems12110457
4. Akter S., Biswas K., Vrontis D., Cooper S. C. L., Tarba S. Y. Mastering digital transformation in workforce management // Production Planning & Control. 2024. Vol. 35, No. 13. P. 1525-1532. DOI: https://doi.org/10.1080/09537287.2023.2270465
5. Chen Z., Wang Y., Park J. Research on the impact of digital transformational leadership on digital innovation performance // Scientific Reports. 2026. Vol. 16. Art. 4992. DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-025-34966-5

DOI 10.70286/EOSS-31.08.2026.005.95-98

МІЖНАРОДНИЙ РУХ КАПІТАЛУ В СВІТОВІЙ ЕКОНОМІЦІ: ФОРМИ, МОТИВИ ТА ЕКОНОМІЧНІ НАСЛІДКИ

Урбан Володимир Анатолійович
незалежний дослідник, підприємець
Україна

Міжнародний рух капіталу є одним із базових механізмів функціонування світової економіки. Капітал переміщується між країнами тоді, коли резиденти однієї економіки набувають фінансові активи, створюють або контролюють підприємства, надають кредити чи формують інші вимоги до нерезидентів. Унаслідок цього національні заощадження, інвестиційні можливості та фінансові ризики перестають бути обмеженими кордонами однієї держави. Водночас сам факт міжнародного переміщення коштів ще не пояснює його економічного змісту, оскільки пряме інвестування в підприємство, придбання облігацій або короткостроковий банківський кредит створюють різні відносини між інвестором і отримувачем капіталу.

У міжнародній статистиці ці відмінності відображаються через функціональні категорії фінансового рахунку. Integrated Balance of Payments and International Investment Position Manual, Seventh Edition розрізняє прямі інвестиції, портфельні інвестиції, фінансові деривативи, інші інвестиції та резервні активи [1]. Такий поділ важливий не лише для обліку. Він показує, що міжнародний рух капіталу включає потоки з різною тривалістю, ліквідністю, ступенем контролю та характером ризику. Тому сукупний обсяг припливу або відпливу капіталу сам по собі не дає повного уявлення про те, як саме зовнішнє фінансування може впливати на економіку.

Найбільш виразно довгостроковий характер міжнародного капіталу проявляється у прямих іноземних інвестиціях. OECD визначає пряме інвестування як встановлення тривалого інтересу інвестора, резидента однієї економіки, у підприємстві іншої економіки; володіння не менш як 10 % голосів розглядається як свідчення такого інвестиційного зв’язку [2]. Прямі інвестиції можуть бути пов’язані зі створенням нового підприємства, розширенням наявних потужностей, злиттями й поглинаннями або корпоративною реструктуризацією. У цьому випадку мотив інвестора не обмежується отриманням доходу від фінансового активу, оскільки значення мають також доступ до ринку, виробничих потужностей, ресурсів, технологічних і організаційних можливостей.

Портфельні інвестиції мають іншу економічну логіку. Інвестор набуває акції, облігації та інші ринкові цінні папери, але зазвичай не формує відносин

контролю, характерних для прямих інвестицій. До категорії інших інвестицій належать, зокрема, кредити, депозити та торговельний кредит. Для таких потоків особливе значення мають очікувана дохідність, ризик, строк погашення, валюта зобов'язання та можливість швидко змінити позицію. Отже, міжнародний рух капіталу доцільно аналізувати не як єдиний потік грошей, а як сукупність різних фінансових відносин, кожна з яких по-своєму реагує на зміну економічних умов.

Зростання міжнародної фінансової інтеграції добре видно не лише через поточні потоки, а й через накопичені зовнішні активи та зобов'язання. Ф. Лейн і Дж. Мілезі-Ферретті, досліджуючи зовнішні позиції 145 країн у 1970–2004 роках, показали зростання масштабів міжнародних балансів і зміни у структурі зовнішніх портфелів, зокрема збільшення ролі інструментів участі в капіталі [3]. Це підкреслює важливу особливість глобальної економіки: країна може одночасно бути великим отримувачем іноземного капіталу і великим власником активів за кордоном. Тому чистий приплив капіталу не відображає всієї інтенсивності міжнародних фінансових зв'язків.

Мотиви міжнародного переміщення капіталу формуються одночасно на рівні окремого інвестора та світового фінансового середовища. Компанії можуть інвестувати за кордон для розширення ринків збуту або виробничої мережі, а портфельні інвестори прагнуть поєднати очікувану дохідність із диверсифікацією ризику. Банки та інші кредитори реагують на відмінності у процентних ставках, кредитному ризику та попиті на фінансування. Водночас рішення багатьох інвесторів можуть змінюватися одночасно під впливом глобальних умов, тому рух капіталу не завжди визначається лише фундаментальними характеристиками конкретної країни.

К. Форбс і Ф. Ворнок показали, що різкі епізоди міжнародного руху капіталу доцільно розрізняти залежно від поведінки іноземних і внутрішніх інвесторів. Вони виділяють різке збільшення та скорочення валових припливів, а також різке збільшення та скорочення валових відпливів. Автори встановили, що глобальні фактори, насамперед глобальний ризик, істотно пов'язані з такими екстремальними епізодами [4]. Це означає, що країна може зіткнутися зі значною зміною зовнішнього фінансування навіть тоді, коли початковий імпульс виникає за межами її власної економіки.

Подібну логіку розвиває Е. Рей у концепції глобального фінансового циклу. Її дослідження показує спільну динаміку міжнародних потоків капіталу, цін активів і кредитного зростання, яка пов'язана з глобальною невизначеністю та схильністю інвесторів до ризику [5]. Одним із каналів такого циклу є зміна фінансових умов у найбільших світових центрах, яка впливає на леверидж глобальних банків, кредитування та міжнародні портфельні рішення. Тому в умовах високої мобільності капіталу внутрішні фінансові умови частково формуються під впливом зовнішніх факторів, на які національна економічна політика не може безпосередньо впливати.

Міжнародні потоки капіталу водночас створюють суттєві економічні переваги. У переглянутому Institutional View IMF зазначається, що вони можуть

фінансувати інвестиції, сприяти більш ефективному розподілу ресурсів, диверсифікувати ризики та згладжувати споживання між різними періодами [6]. Окремі форми капіталу також можуть супроводжуватися передаванням технологій, управлінських практик і розвитком фінансового сектору. Для економіки, внутрішніх заощаджень якої недостатньо для реалізації доступних інвестиційних можливостей, зовнішній капітал здатний розширювати фінансову базу розвитку.

Однак економічний ефект залежить не лише від обсягу залученого капіталу, а й від його структури. Великі та мінливі потоки можуть створювати макроекономічні й фінансові ризики, особливо коли вони сприяють швидкому кредитному зростанню, підвищенню цін активів або накопиченню валютних і строкових невідповідностей [6]. Якщо позичальник отримує короткострокове фінансування в іноземній валюті для довгострокового використання всередині країни, його стійкість залежить одночасно від можливості рефінансувати борг і від валютного курсу. За сприятливих умов така залежність може залишатися непомітною, але під час зміни настроїв інвесторів вона здатна швидко перетворитися на джерело фінансового стресу.

Звідси випливає, що прямі, портфельні та кредитні потоки не можна автоматично оцінювати однаково. Пряме інвестування зазвичай пов’язане з тривалішим корпоративним зв’язком і меншою можливістю миттєвого виходу з активу, тоді як частина ринкових цінних паперів або короткострокових боргових позицій може бути скорочена значно швидше. Водночас і прямі інвестиції не є однорідними: створення нових виробничих потужностей відрізняється від придбання вже існуючої компанії, а реінвестований прибуток відрізняється від нового зовнішнього фінансування. Тому для оцінки наслідків важливо враховувати не лише напрям руху капіталу, а й інструмент, строк, валюту, економічну мету та характер зв’язку між сторонами.

Для країни-отримувача приплив капіталу може означати додаткові інвестиційні ресурси, але водночас формує майбутні зобов’язання перед нерезидентами у вигляді доходів, процентів або можливого повернення вкладених коштів. Для країни, з якої капітал вивозиться, придбання іноземного активу також не означає простого зникнення ресурсів: натомість виникає зовнішня вимога, здатна приносити дохід і змінювати структуру національного портфеля активів. Саме тому міжнародний рух капіталу створює взаємну фінансову залежність, у якій поточний потік одночасно змінює майбутній розподіл доходів, ризиків і фінансових вимог між країнами.

Політика щодо міжнародних потоків капіталу також поступово відійшла від простого припущення, що повна лібералізація завжди є оптимальною. IMF визнає загальні переваги руху капіталу, але водночас допускає застосування заходів з управління потоками за певних обставин, особливо коли великі припливи або вразливості балансу створюють ризики для макроекономічної та фінансової стабільності [6]. При цьому такі заходи не повинні замінювати необхідне макроекономічне коригування. Отже, завдання економічної політики

полягає не у максимізації обсягу міжнародного капіталу як такого, а у створенні умов, за яких його структура і масштаб залишаються сумісними зі стійкістю економіки.

Узагальнення розглянутих підходів дає підстави вважати, що міжнародний рух капіталу виконує дві взаємопов'язані функції. З одного боку, він розширює можливості фінансування, диверсифікації та міжнародного розподілу ресурсів. З іншого боку, він пов'язує баланси компаній, банків, держав та інвесторів у різних країнах, через що зміна фінансових умов в одному центрі може впливати на вартість і доступність капіталу в інших економіках. Саме ця подвійність пояснює, чому міжнародна фінансова інтеграція може одночасно підтримувати економічний розвиток і посилювати передачу зовнішніх шоків.

Тому економічні наслідки міжнародного руху капіталу доцільно оцінювати не через просте протиставлення припливу і відпливу. Значення мають форма інвестиції, горизонт вкладення, валюта, ступінь ліквідності, структура зовнішніх зобов'язань і поведінка інвесторів у періоди зміни глобального ризику. Такий підхід дає змогу розглядати міжнародний капітал не лише як джерело фінансування, а як механізм, через який у світовій економіці перерозподіляються ресурси, доходи та ризики і формується взаємозалежність між національними економіками.

Список використаних джерел

1. International Monetary Fund. Integrated Balance of Payments and International Investment Position Manual, Seventh Edition (BPM7). White Cover (Pre-Edited) Version. Washington, DC : IMF, 2025. URL: https://www.imf.org/-/media/Files/Data/Statistics/BPM6/draft-bpm7-wcv.ashx (дата звернення: 26.08.2026).
2. OECD. OECD Benchmark Definition of Foreign Direct Investment. Fifth Edition. Paris : OECD Publishing, 2025. 297 p. DOI: 10.1787/7f05c0a3-en.
3. Lane P. R., Milesi-Ferretti G. M. The External Wealth of Nations Mark II: Revised and Extended Estimates of Foreign Assets and Liabilities, 1970–2004. Journal of International Economics. 2007. Vol. 73, No. 2. P. 223–250. DOI: 10.1016/j.jinteco.2007.02.003.
4. Forbes K. J., Warnock F. E. Capital Flow Waves: Surges, Stops, Flight, and Retrenchment. Journal of International Economics. 2012. Vol. 88, No. 2. P. 235–251. DOI: 10.1016/j.jinteco.2012.03.006.
5. Rey H. Dilemma not Trilemma: The Global Financial Cycle and Monetary Policy Independence. NBER Working Paper. 2015. No. 21162. DOI: 10.3386/w21162.
6. International Monetary Fund. Review of The Institutional View on The Liberalization and Management of Capital Flows. IMF Policy Paper. 2022. No. 2022/008. 97 p. DOI: 10.5089/9798400204593.007.

ДОХОДИ НАСЕЛЕННЯ – ЯК ІНДИКАТОР СОЦІАЛЬНО- ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

Череп Олександр Григорович
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-3098-0105
д.е.н., професор
Веремєєнко Олександр Олександрович
ORCID: http://orcid.org/0000-0003-0014-1615
доктор філософії
Запорізький національний університет, Україна

Соціально- економічна безпека грунтується на показниках якості життя, матеріального забезпечення та демогоафічних складових. Тож, важливо дослідити дані показники в динаміці.

Якість життя залежить від наступних складових: питома вага населення, що живе за межею бідності; захворюваність населення (кількість нових випадків захворювань) на 100 тис. населення; кількість лікарів різних спеціальностей на 10 тис. мешканців; кількість середнього медичного персоналу на 10 тисяч мешканців; % охоплення дошкільною освітою дітей віком 3-5 рр.; % зарахування дітей до середньої освіти; охоплення вищою освітою на 10 тис. населення у %; рівень злочинності на 100 тис. населення; середня тривалість життя при народженні; темпи депопуляції; загальний коефіцієнт смертності населення на 1000 осіб; дитяча смертність на 1000 народжених живими; загальна народжуваність на одну жінку; коефіцієнт демографічного навантаження непрацюючого населення на працююче у %; чистий рівень відтворення населення на одну жінку; рівень зайнятості; рівень оплати праці у розрахунках; питома вага тіньової заробітної плати в офіційному ВВП у %; питома вага тіньової зайнятості від загальної зайнятості населення; рівень витрат на освіту від загального випуску; % видатків на охорону здоров'я; співвідношення середньої заробітної плати до прожиткового мінімуму; питома вага заробітної плати в доходах населення у %; рівень пенсійних витрат від загального випуску; рівень дефіциту пенсійного фонду до загального випуску [1, 2, 3, 4, 5].

Всі вище перераховані показники тісно пов'язані із рівнем мінімальної місячної та погодинної заробітної плати в Україні. В таблиці 1 надано зміни представлено динаміку зміни розміру мінімальної місячної та погодинної заробітної плати в Україні за період 2013-2026 рр.

Таблиця 1 Мінімальна заробітна плата в Україні з 01.01.2013 по 1.01.2026 рр.

Період	Мінімальна заробітна плата			Погодинна		
	місячна	абс. відх. до попер. пер., грн.	відносне зростання, %	погодинна	абс. відх. до попер. пер, грн.	відносне зростання %
01.01.2026	8647	647	8.1%	52,00	4.00	8.3%
01.01.2025 по 31.12.2025	8000	0	0%	48,00	0.00	0%
01.04.2024 по 31.12.2024	8000	900	12.7%	48,00	5.40	12.7%
з 01.01.2024 по 31.03.2024	7100	400	6,0%	42,60	2.14	5.3%
з 01.01.2023 по 31.12.2023	6700	0	0%	40,46	0.00	0%
з 01.10.2022 по 31.12.2022	6700	200	3.1%	40,46	1.20	3.1%
з 01.01.2022 по 30.09.2022	6500	0	0%	39,26	0.14	0.4%
з 01.12.2021 по 31.12.2021	6500	500	8.3%	39,12	3.01	8.3%
з 01.01.2021 по 30.11.2021	6000	1000	20.0%	36,11	6.91	23.7%
з 01.09.2020 по 31.12.2020	5000	277	5.9%	29,20	0.89	3.1%
з 01.01.2020 по 31.08.2020	4723	550	13.2%	28,31	3.18	12.7%
з 01.01.2019 по 31.12.2019	4173	450	12.1%	25,13	2.72	12.1%
з 01.01.2018 по 31.12.2018	3723	523	16.3%	22,41	3.07	15.9%
з 01.01.2017 по 31.12.2017	3200	1600	100.0%	19,34	9.75	101.7%
з 01.12.2016 по 31.12.2016	1600	150	10.3%	9,59	0.90	10.4%
з 01.05.2016 по 30.11.2016	1450	72	5.2%	8,69	0.40	4.8%
з 01.01.2016 по 30.04.2016	1378	0	0%	8,29	0.00	0%
з 01.09.2015 по 31.12.2015	1378	160	13.1%	8,29	1.00	13.7%
з 01.01.2015 по 31.08.2015	1218	0	0%	7,29	-0.01	-0.1%
з 01.01.2014 по 31.12.2014	1218	0	0%	7,30	0.00	0%
з 01.12.2013 по 31.12.2013	1218	71	6.2%	7,30	0.42	6.1%
з 01.01.2013 по 30.11.2013	1147	13	1.1%	6,88	0.08	1.2%

Примітка: побудовано на основі [6]

Дані табл. 1 відображають позитивну динаміку зростання мінімальної місячної заробітної плати в Україні, за виключенням 2015 -2016 рр., 2022- 2023 рр., 2025 р. Але мінімальна погодинна заробітня плата в Україні у 2015 р. знизилася на 0,01.грн. або 0,1 %. У 2014- 2016 рр., 2023- 2025 рр. спостерігалася стагнація рівнів мінімальної місячної та погодинної заробітної плати в Україні, що пов'язано із російсько- українською війною та політичною ситуацією в Україні.

Тож, майбутні наукові дослідження будуть направлені на вплив мінімальної місячної та погодинної заробітної плати в Україні на її соціально- економічну безпеку.

Список використаних джерел

1. Bilous I. I. Concept of social security and its role in the system of national security of the state, Efektyvna ekonomika, [Online], 2019 vol. 3, URL: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6955. DOI: 10.32702/2307-2105-2019.3.41 DOI: https://doi.org/10.32702/2307-2105-2019.3.41

2. Варналій З.С., Білик Р.Р., Хмелевський М. О. Соціальна безпека України: сутність, проблеми та шляхи забезпечення. // Економічний вісник університету.Випуск No 45, 2020. с. 105. URL: https://www.researchgate. net/publication/342442831_Social_security_of_Ukraine_summary_problems_and_ways_of_ensuring
3. Гриник О., & Сисоєва І. Економічна безпека україни: соціальний аспект. Економіка та суспільство, 2022 № 43. https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-43-70 URL: https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/ article/view/1756
4. Гурова Ю.С. Соціально-економічна безпека України: визначення, виклики, шляхи подолання, міжнародний досвід. Ефективна економіка. 2024 № 11. URL: https://nayka.com.ua/index.php/ee/article/view/5108/5153 DOI: http://doi.org/10.32702/2307-2105.2024.11.48
5. Стратегія національної безпеки України «Безпека людини- безпека країни», затверджена Указом Президента України No392/2020 від 14 вересня 2020 року No 392. URL: https://www. president.gov.ua/documents/3922020-35037
6. Мінімальна заробітна плата в Україні. URL: https://index. minfin.com.ua/ua/labour/salary/min/

Section: Finance and Banking

DOI 10.70286/EOSS-31.08.2026.006.102-107

ДИВІДЕНДНЕ ІНВЕСТУВАННЯ: ДЖЕРЕЛА ДОХОДУ, КРИТЕРІЇ ВІДБОРУ ТА РИЗИКИ

Урбан Володимир Анатолійович
незалежний дослідник, підприємець
Україна

Дивідендне інвестування часто сприймається як стратегія придбання акцій із високою дивідендною дохідністю для отримання регулярного грошового потоку. Проте такий підхід є надто спрощеним. Дивіденд — це лише одна з форм розподілу створеної компанією вартості між акціонерами, а його наявність сама по собі не характеризує ні якість бізнесу, ні майбутню дохідність акції. Для інвестора важливими є не тільки розмір поточної виплати, а й джерело коштів для неї, здатність компанії підтримувати та збільшувати дивіденд, фінансовий стан емітента, оцінка акції та місце такого активу в загальній структурі портфеля.

CFA Institute визначає дивіденд як розподіл коштів акціонерам і підкреслює принципову відмінність від процентних платежів за борговими інструментами: виплата дивіденду є дискреційним рішенням компанії, а не безумовним юридичним зобов'язанням [1]. Це означає, що навіть багаторічна історія стабільних виплат не створює гарантії їх збереження. Рада директорів може збільшити, скоротити, призупинити або скасувати дивіденд залежно від прибутковості, ліквідності, інвестиційних потреб, боргових обмежень та інших факторів. Тому дивідендну акцію доцільно аналізувати передусім як частку у бізнесі, а вже після цього як джерело грошового доходу.

Механіка отримання дивіденду також має значення. Компанія оголошує розмір виплати, дату фіксації власників та дату виплати. Право на найближчий дивіденд залежить від ex-dividend date: інвестор, який купує акцію на цю дату або пізніше, наступну виплату вже не отримує [2]. Тому придбання акції безпосередньо перед ex-dividend date саме по собі не слід розглядати як спосіб створення додаткової дохідності.

Цей принцип має важливе значення для оцінки самої стратегії. У класичній роботі М. Міллера та Ф. Модільяні показано, що за умов досконалого ринку сама політика дивідендних виплат не повинна створювати додаткову вартість для акціонера, якщо інвестиційна політика компанії залишається незмінною [3]. У реальному світі існують податки, транзакційні витрати, інформаційна асиметрія, різні потреби інвесторів і поведінкові фактори, тому дивіденди мають практичне значення. Однак теоретичний висновок корисний як застереження від помилки, ніби високий dividend yield автоматично означає високу загальну дохідність.

На практиці дивідендне інвестування реалізується через кілька підходів. Перший орієнтується на високий поточний dividend yield, другий у свою чергу на стабільне зростання дивідендів, третій поєднує помірну дохідність із вимогами до якості бізнесу та стійкості виплат. Така логіка використовується і в професійних індексних методологіях. Наприклад, S&P Dow Jones Indices для різних сімейств Dividend Aristocrats враховує тривалість збільшення або підтримання дивідендів, а в окремих індексах додатково застосовує критерії payout ratio, грошового потоку, рентабельності та обмеження надмірно високої дивідендної дохідності [4]. Це показує, що навіть стратегія, формально спрямована на дивіденди, не повинна будуватися лише на одному показнику yield.

Таблиця 1 – Порівняння практичних підходів до відбору дивідендних акцій

Підхід	**Що шукає інвестор**	**Як формується результат**	**Основний ризик**
Висока поточна дивідендна дохідність	Акції з відносно високим dividend yield, часто зрілих компаній	Основний акцент робиться на значному поточному грошовому потоці від дивідендів	Dividend trap: високий yield може бути наслідком падіння ціни та передувати скороченню виплат
Зростання дивідендів (Dividend Growth)	Компанії, що стабільно підвищують дивіденд протягом тривалого періоду	Поточний дохід поступово зростає разом із дивідендом; можливий також приріст ринкової вартості акції	Низький початковий yield, уповільнення зростання виплат або переплата за якісну компанію
Якість і стійкість виплат	Прибутковий бізнес із достатнім cash flow, помірним payout ratio та контрольованим боргом	Дивіденд оцінюється як частина total return разом із фінансовою стійкістю та потенціалом зростання	Поточний yield може бути помірним, а відбір потребує глибшого фундаментального аналізу

*складено автором на основі наведених у тексті підходів

Найбільш очевидним показником є dividend yield - співвідношення річного дивіденду на акцію до її ринкової ціни. Він зручний для швидкого порівняння, але має суттєве обмеження: висока дохідність може виникнути не через збільшення виплати, а через різке падіння ціни акції. У такій ситуації механічний відбір за найбільшим yield здатний привести інвестора саме до компаній, щодо яких ринок уже очікує погіршення результатів або скорочення виплат. Тому дивідендну дохідність доцільно сприймати як початковий індикатор для подальшого аналізу, а не як готовий критерій інвестиційного рішення.

Другий елемент - стабільність політики виплат. Дослідження A. Brav, J. Graham, C. Harvey та R. Michaely, побудоване на опитуванні фінансових керівників, показало, що менеджмент зазвичай дуже неохоче скорочує дивіденди, а рішення про їх підвищення пов’язує зі здатністю підтримувати

вищий рівень виплат у майбутньому [5]. Викуп акцій при цьому сприймається керівниками як більш гнучкий інструмент повернення капіталу. Для інвестора це означає, що історія поступового зростання дивіденду може бути позитивним сигналом, але її потрібно зіставляти з динамікою прибутку та грошового потоку, а не розглядати як самостійну гарантію.

Склад дивідендного сегмента ринку також не є випадковим. E. Fama та K. French показали, що серед американських публічних компаній дивідендні виплати історично були більш характерними для великих і прибуткових підприємств, тоді як невеликі компанії з сильними можливостями зростання частіше не виплачували дивідендів [6]. Це має портфельний наслідок: орієнтація виключно на дивідендні акції може непомітно створювати секторне зміщення на користь зрілих компаній і недопредставляти частину бізнесів, які реінвестують прибуток у розвиток. Тому дивідендний портфель не можна автоматично вважати достатньо диверсифікованим лише через наявність великої кількості емітентів.

Головне питання при відборі дивідендної акції полягає не в тому, скільки компанія платить сьогодні, а в тому, чи здатний її бізнес економічно підтримувати цю виплату. Базовим індикатором є payout ratio — частка прибутку, спрямована на дивіденди. Надто високий показник може означати малий запас міцності, але й низький payout ratio сам по собі не робить компанію якіснішою. Необхідно зіставляти виплату з прибутком, вільним грошовим потоком, борговим навантаженням та потребами бізнесу в реінвестуванні. У підходах до оцінювання equity розмежовуються фактично виплачені дивіденди та free cash flow to equity — кошти, потенційно доступні власникам після необхідних операційних і фінансових потреб [7]. Якщо дивіденд тривалий час перевищує економічно доступний грошовий потік, його підтримання може вимагати використання накопиченої ліквідності, продажу активів, залучення нового капіталу або збільшення боргу, що знижує стійкість такої політики.

Ринкова оцінка акції залишається не менш важливою за стійкість дивідендних виплат. Навіть фінансово стійка компанія може мати обмежену інвестиційну привабливість, якщо поточна ціна передбачає надто високі очікування щодо майбутніх результатів. Дивідендні моделі оцінювання виходять із того, що внутрішня вартість акції може визначатися через приведену вартість очікуваних майбутніх дивідендів. CFA Institute зазначає, що Gordon growth model є придатним насамперед для компаній зі стабільним довгостроковим зростанням, але результат моделі дуже чутливий до припущень щодо темпу зростання та необхідної дохідності [8]. Тому поєднання поточного yield і очікуваного темпу зростання не повинно використовуватися як механічна формула відбору без аналізу бізнесу та ринкової оцінки.

Окремим ризиком є концентрація на традиційно високодивідендних секторах. Комунальні підприємства, телекомунікації, фінансові компанії, окремі сегменти нерухомості та енергетики можуть мати привабливі виплати, але водночас сильно реагувати на процентні ставки, регуляторні зміни, ціни на

сировину або фазу економічного циклу. Якщо портфель формується тільки за принципом максимального dividend yield, інвестор може отримати формально багато компаній, але фактично декілька однакових джерел ризику. Диверсифікацію тому доцільно оцінювати не за кількістю емітентів, а за відмінністю бізнес-моделей, секторів, географії та факторів, що визначають грошові потоки.

Таблиця 2 – Ключові критерії аналізу дивідендної акції

Критерій	**Що аналізується**	**Можливий сигнал ризику**
Dividend yield	Річний дивіденд на акцію відносно поточної ринкової ціни	Високий yield, сформований переважно через різке падіння ціни
Payout ratio	Частка прибутку, спрямована на дивіденди	Дивіденди поглинають надто велику частку прибутку за високої потреби в реінвестуванні
FCF coverage	Покриття дивідендних виплат вільним грошовим потоком	Виплати систематично перевищують рівень вільного грошового потоку
Динаміка EPS і FCF	Стійкість прибутку та грошових потоків	Дивіденд зростає швидше, ніж EPS і FCF
Борг	Leverage, відсоткові витрати, строки погашення та структура боргу	Борг і відсоткові витрати зростають, тоді як високий рівень дивідендних виплат зберігається
Історія виплат	Стабільність, темп зростання та попередні скорочення виплат	Повторні скорочення або зростання дивіденду без відповідної динаміки прибутку та FCF
Сектор і цикл	Чутливість доходів і грошових потоків бізнесу до економічного циклу	Висока залежність результатів від ставок, регулювання, цін на сировину або циклічного попиту
Оцінка акції	P/E, P/FCF, DDM та порівняння з історичними і секторними оцінками	Акція зі стійкими дивідендними виплатами має надмірно високу ринкову оцінку

*складено автором

Для власника акції економічно значущою є total return, що поєднує дивіденди та зміну ринкової вартості інвестиції. Компанія, яка не виплачує дивіденд, але ефективно реінвестує капітал, може забезпечити вищу довгострокову сукупну дохідність, ніж зрілий бізнес із високими виплатами. Для компанії з обмеженими можливостями реінвестування повернення надлишкового капіталу через дивіденди, навпаки, може бути раціональним. Отже, важливий не сам факт виплати, а ефективність розподілу капіталу.

Податковий аспект також не можна ігнорувати. Реальна дохідність дивідендної стратегії після оподаткування залежить від країни резидентства інвестора, юрисдикції емітента, типу рахунку, угод про уникнення подвійного оподаткування та відмінностей між оподаткуванням дивідендів і приросту капіталу. Для міжнародного портфеля додається валютний ризик: стабільне зростання дивіденду в локальній валюті не гарантує такого самого результату у валюті інвестора. Отже, порівнювати дивідендні стратегії лише за номінальним yield без урахування податків і валюти некоректно.

У підсумку дивідендне інвестування доцільно розглядати не як пошук акцій із найбільшим відсотком виплати, а як окремий підхід до фундаментального відбору компаній. Стійкі дивідендні виплати мають спиратися на прибутковий бізнес, достатній вільний грошовий потік, прийнятне боргове навантаження та раціональну політику розподілу капіталу. Історія виплат, dividend yield і payout ratio є корисними індикаторами, але жоден із них не повинен використовуватися ізольовано. Найбільш обґрунтованою є стратегія, в якій дивіденд розглядається як наслідок фінансової якості компанії, а не як її головна характеристика. Необхідно оцінювати здатність емітента підтримувати виплату, перспективи бізнесу, ринкову оцінку акції та секторну концентрацію портфеля. Саме така логіка дозволяє поєднати поточний дохід із довгостроковим збереженням і приростом капіталу.

Список використаних джерел

1. CFA Institute. Analysis of Dividends and Share Repurchases. CFA Institute. 2026. URL: https://www.cfainstitute.org/insights/professional-learning/refresher-readings/2026/analysis-of-dividends-and-share-repurchases (дата звернення: 26.08.2026).
2. U.S. Securities and Exchange Commission. Ex-Dividend Dates: When Are You Entitled to Stock and Cash Dividends. Investor.gov. URL: https://www.investor.gov/introduction-investing/investing-basics/glossary/ex-dividend-dates-when-are-you-entitled-stock-and (дата звернення: 26.08.2026).
3. Miller M. H., Modigliani F. Dividend Policy, Growth, and the Valuation of Shares. The Journal of Business. 1961. Vol. 34, No. 4. P. 411–433. DOI: 10.1086/294442.
4. S&P Dow Jones Indices. S&P Dividend Aristocrats Indices Methodology. 2026. URL: https://www.spglobal.com/spdji/en/documents/methodologies/methodology-sp-dividend-aristocrats-indices.pdf (дата звернення: 26.08.2026).
5. Brav A., Graham J. R., Harvey C. R., Michaely R. Payout Policy in the 21st Century. Journal of Financial Economics. 2005. Vol. 77, No. 3. P. 483–527. DOI: 10.1016/j.jfineco.2004.07.004.
6. Fama E. F., French K. R. Disappearing Dividends: Changing Firm Characteristics or Lower Propensity to Pay? Journal of Financial Economics. 2001. Vol. 60, No. 1. P. 3–43. DOI: 10.1016/S0304-405X(01)00038-1.

7. CFA Institute. Free Cash Flow Valuation. CFA Institute. 2026. URL: https://www.cfainstitute.org/insights/professional-learning/refresher-readings/2026/free-cash-flow-valuation (дата звернення: 26.08.2026).
8. CFA Institute. Discounted Dividend Valuation. CFA Institute. 2026. URL: https://www.cfainstitute.org/insights/professional-learning/refresher-readings/2026/discounted-dividend-valuation (дата звернення: 26.08.2026).

BUDGET POLICY OF UKRAINE IN THE CONTEXT OF GROWING SOCIAL VULNERABILITY OF THE POPULATION

Krylova Olena
Candidate of Technical Sciences (Ph.D.), Associate Professor
Romanishyna Yuliia
Third-year Bachelor's student
Department of Economic Analysis and Finance
Dnipro University of Technology, Ukraine

Ukraine’s budget system in 2025–2026 is operating amid the simultaneous intensification of two interrelated trends. On the one hand, high defense and security expenditures are creating a significant wartime fiscal burden. On the other hand, loss of income, forced displacement, damage to housing, and restricted access to basic services are leading to increased social vulnerability among the population. Under these conditions, the key challenges for budget policy are limited financial resources and ensuring that the mechanisms for their allocation correspond to the actual scale and territorial concentration of social needs.

This issue takes on particular significance when social vulnerability extends beyond specific population groups and becomes widespread in particular regions. In such a situation, mechanisms focused primarily on targeted support for the most vulnerable groups may not fully address the scale of the need. Therefore, to assess the effectiveness of budget policy, it is important to compare not only the levels of planned social expenditures but also the extent to which budgetary instruments cover the population facing income insufficiency and other manifestations of social vulnerability.

In this analysis, it is necessary to differentiate between the legally established subsistence minimum and the research-based income threshold used by the International Organization for Migration (IOM) in the 24th round of the General Population Survey (GPS). According to the Law of Ukraine “On the State Budget of Ukraine for 2026,” the subsistence minimum for able-bodied individuals is 3,328 UAH per month [1]. In contrast, in the IOM’s GPS R24, a threshold value of 10,275 UAH in total monthly income per person is applied to assess income insufficiency [2]. This

value is not a legally established subsistence minimum or a legal criterion for entitlement to social benefits. For the purposes of this study, it is used as an empirical indicator of the scale of potential social need. This distinction is fundamental for further budgetary analysis, as the subsistence minimum is a normative and calculated value used by the state in establishing specific social guarantees and benefits, whereas the IOM threshold makes it possible to assess the proportion of the population whose incomes fall below a defined research-based adequacy level. Therefore, comparing them does not mean equating the two indicators, but it does make it possible to identify a potential gap between the normative framework of social policy and the actual income level of the population.

The objective of this study is to assess the degree to which Ukraine's budget instruments address the scale and geographic distribution of social vulnerability among the population amid wartime fiscal constraints. To this end, the study analyzes the regulatory framework for social support, the coverage of the population by targeted social support, in particular payments to internally displaced persons (IDPs), as well as the specifics of the distribution of the social burden between the state and local budgets.

Based on the results of the analysis, the main gaps between the population's needs and the budgetary system's capacity are identified, and directions for its improvement are proposed. The first stage of this analysis is to identify the scale and geographic concentration of income insufficiency among the population. Data from the 24th round of the IOM's GPS survey show significant regional variation in this indicator: in 9 of the 13 regions surveyed, the share of the population with a total monthly income per person below the threshold of 10,275 UAH is over 70% (Fig. 1) [2]. This provides grounds for considering income insufficiency as a widespread, geographically differentiated phenomenon that places additional demands on mechanisms for budget planning and the allocation of social support.

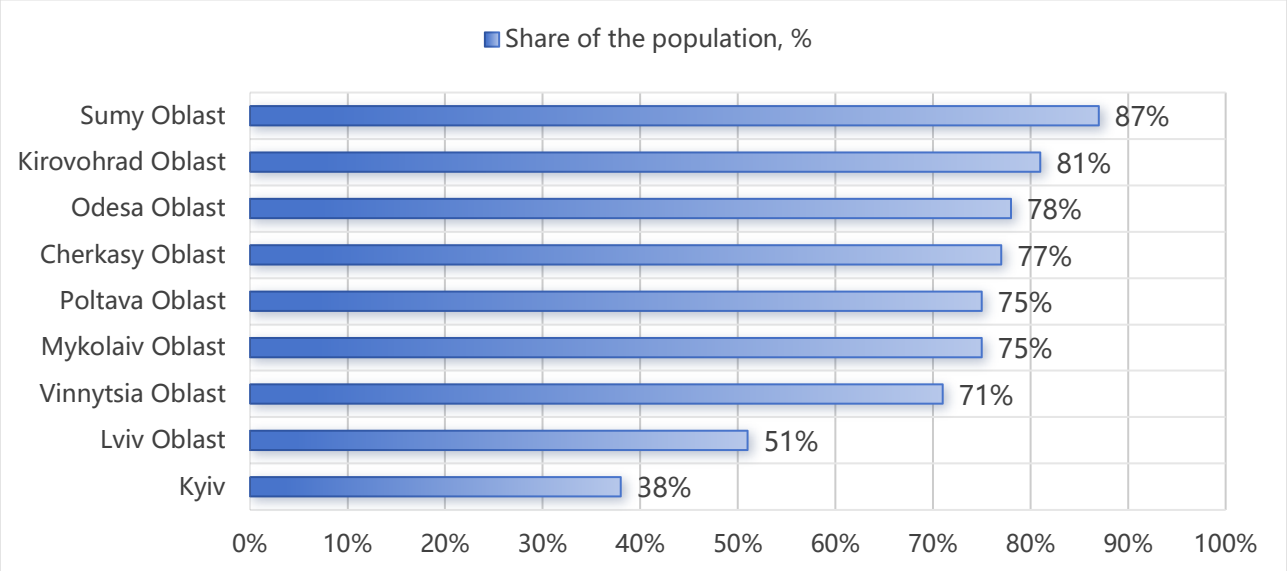


Figure 1. Share of the population with a total monthly income per person below the threshold of 10,275 UAH, by region of Ukraine, as of May 2026.
Source: compiled by the authors based on IOM GPS R24 data [2].

The data presented are of direct importance for evaluating fiscal policy, as they show that income insufficiency is widespread in a significant part of the regions surveyed. In 9 of the 13 regions, more than 70% of the population has incomes below the threshold used [2]. The potential need for social support may therefore be significantly broader than the circle of recipients of individual targeted programs. This means that assessing the adequacy of budgetary support based only on the volume of expenditures or the number of recipients is insufficient; it is also necessary to consider what proportion of the population with potential needs is covered by the relevant instruments. Therefore, in the analysis, it is advisable to move from a general assessment of the scale of the problem to an analysis of specific structural gaps between regulatory frameworks, actual household incomes, and budgetary support mechanisms. It is precisely these gaps that help explain why, despite significant social spending, some needs may remain uncovered or be met unevenly.

The first gap identified concerns the regulatory framework for social support. The legally established subsistence minimum for able-bodied individuals in 2026 is 3,328 UAH per month, whereas the threshold value of 10,275 UAH used by the IOM in GPS R24 to assess income insufficiency is approximately 3.1 times higher [1-2]. These values serve different purposes and cannot be used as equivalent criteria. At the same time, their ratio reveals a significant gap between the regulatory level used in the social safety net system and the research threshold below which a significant portion of the population has insufficient income. This raises the question of to what degree the current subsistence minimum corresponds to the actual structure of the population's income and needs. In particular, the current methodology for determining it is based on normatively established sets of food products, non-food goods, and services, which may not fully account for changes in the actual structure of household expenditures amid war and price shocks. As a result, a formal increase in social standards does not necessarily ensure a corresponding increase in their real purchasing power. Therefore, one avenue for improving social policy could be a phased revision of the methodology for determining the subsistence minimum, taking into account the actual structure of consumption and simultaneously assessing the potential impact of such changes on the budget. This will make it possible to approximate social standards to actual needs without a mechanical increase in expenditures that lacks sufficient financial backing.

The second gap relates to the actual coverage of targeted assistance. According to GPS R24 data, the share of IDPs receiving living allowances, relative to the estimated number of IDPs in the regions, is only 1–11% [2]. At the same time, 87% of IDP households used at least one strategy to cope with a lack of funds, compared to 71% among the non-displaced population [3]. Taken together, these indicators show that a significant portion of IDPs show signs of financial vulnerability, while coverage by specific support programs remains limited. However, these data do not provide grounds for concluding that insufficient budgetary payments are the cause of such coping strategies. Rather, they point to the need to verify whether the criteria for receiving assistance correspond to the actual level of household need. Therefore, it is advisable to improve the targeting of support for IDPs by assessing not only current income but

also household composition, duration of displacement, loss of housing, and other factors that may increase social vulnerability. This will allow for a more accurate identification of households in need of budgetary support and enable limited resources to be directed primarily toward those at the highest risk of long-term vulnerability.

The third gap is related to the state budget's limited ability to provide simultaneous funding for defense and expanded social support. According to the Ministry of Finance of Ukraine, in January-June 2026, expenditures from the general fund of the state budget on security and defense amounted to 1.4 trillion UAH, or 63% of all general fund expenditures [4]. At the same time, funding for civilian needs depends to a large extent on international support: in the approved budget for 2026, domestic income and borrowing were directed primarily toward covering defense spending, while international funding is important for other areas [5]. Therefore, the potential for expanding social spending depends not only on the scale of the population's needs but also on the available fiscal space. Under these conditions, simultaneously expanding funding for all social programs is challenging and may be unsustainable. The dependence of civil spending on external financing increases the vulnerability of social policy to changes in the availability of international support. Therefore, it is advisable to identify a list of social programs that should be prioritized for funding and to provide for various options for their financing depending on the volume of available budgetary and international resources. This will make it possible to maintain the main types of social support even if budgetary conditions deteriorate.

The fourth disparity concerns the allocation of budgetary resources among territories with varying social burdens. Communities that host a significant number of IDPs face additional needs for housing, social services, medical care, and utilities. At the same time, focusing primarily on the size of the permanent population does not reflect the full extent of the actual burden. As a result, communities with the same number of permanent residents may have significantly different needs and varying capacities to provide basic services. At the same time, current intergovernmental fiscal management mechanisms do not always fully account for the territorial concentration of IDPs and the associated additional burden. Therefore, when determining communities' needs for intergovernmental resources, it is advisable to consider not only the size of the permanent population but also the number of IDPs, their share of the population, and changes in that share over time.

In addition, the scale of social need is demonstrated by the fact that among IDPs at increased risk of depression, 94% report unmet basic needs [3]. This is important for budget planning, as it shows that the same number of IDPs can place varying burdens on local budgets depending on the severity of their needs. Therefore, it is advisable to assess a region's social burden not only by the number of aid recipients but also by the totality of social, medical, and infrastructure needs. This approach makes it possible to more accurately identify regions where available budgetary resources are insufficient to provide basic services.

In analyzing the situation, it becomes clear that the key challenge facing budget policy amid rising social vulnerability lies not only in limited financial resources but

also in the mismatch between the scale of social needs and the mechanisms for covering them through the budget. Current mechanisms do not always allow for the timely identification of the scale of need, the determination of priority groups and areas, or the allocation of resources in proportion to the actual social burden. The identified gaps manifest themselves in the discrepancy between the normative level of social guarantees and the actual incomes of the population, the limited coverage of IDPs by targeted support, the dependence of civil social expenditures on limited fiscal space, and the mismatch between the social burden of regions and the allocation of budgetary resources. Therefore, the effectiveness of social budget policy cannot be assessed solely by the volume of spending. What is decisive is the extent to which budget resources correspond to the scale of need, cover the population at highest risk of vulnerability, and are allocated taking into account differences between regions.

References

1. Закон України «Про Державний бюджет України на 2026 рік» (зі змінами від 10.06.2026, № 4908-IX). [Electronic resource]. // Верховна Рада України. - Available at: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4695-20#Text
2. Zakharov O. Poverty in Ukraine in 2026 Affected the Majority of Families in 13 Regions. [Electronic resource]. // Humanitarian Media Hub. - 05.08.2026. - Available at: https://hmh.news/36783/bidnist-v-ukrayini-2026-ohopyla-bilshist-rodyn-u-13-regionah/
3. Ukraine - Internal Displacement Report: General Population Survey, Round 24, July 2026. [Electronic resource]. // International Organization for Migration. - 2026. - Available at: https://dtm.iom.int/reports/ukraine-internal-displacement-report-general-population-survey-round-24-july-2026
4. Ministry of Finance of Ukraine. General Fund Expenditures of the State Budget Amounted to UAH 2.23 Trillion in the First Half of the Year. [Electronic resource]. // Ministry of Finance of Ukraine : official website. - Available at: https://www.mof.gov.ua/uk/news/minfin_vidatki_zagalnogo_fondu_derzhbiudzhetu_za_i_pivrichchia_stanovili_223_trln_griven-5825
5. Samoiliuk M. Ukraine’s Economy Tracker During the War. [Electronic resource]. // Centre for Economic Strategy. - 13.08.2026. - Available at: https://ces.org.ua/tracker-economy-during-the-war/

Section: Geography, Geology and Geodesy

УРБАНІЗАЦІЙНІ ПРОЦЕСИ В КРАЇНАХ АЗІЇ: ДИНАМІКА, РЕГІОНАЛЬНІ МОДЕЛІ ТА ГЛОБАЛЬНІ ВИКЛИКИ XXI СТОЛІТТЯ

Щабельська Валентина
к.геогр.н., доцент
Сагач Марія
здобувачка вищої освіти магістерського рівня
Кафедра географії
Український державний університет
імені Михайла Драгоманова, Україна

Урбанізаційні процеси в азійському регіоні у другій половині XX — на початку XXI століття набули характеру глобального та безпрецедентного за своїми масштабами «урбанізаційного вибуху». Якщо у 1950 році частка міського населення Азії становила лише 17,5% (близько 244 мільйонів осіб), то станом на 2020-ті роки цей показник перетнув позначку в 51%, що у чисельному еквіваленті перевищує 2,3 млрд містян. Таким чином, Азія зосередила понад половину усього міського населення нашої планети, перетворившись на головний двигун світової урбанізаційної динаміки.

Основним драйвером цього стрімкого зростання стала масштабна сільсько-міська міграція, спричинена демонстраційним ефектом розвитку міст, аграрною перенаселеністю та механізацією сільського господарства, яка суттєво вивільнила робочу силу з аграрного сектора. Водночас надзвичайно високий природний приріст населення у самих містах додатково прискорював ці демографічні зсуви.

Економічною основою азійської урбанізації стала прискорена індустріалізація та інтеграція регіону в глобальні ланцюги доданої вартості, що супроводжувалося масовим припливом прямих іноземних інвестицій та концентрацією капіталу в ключових промислових і фінансових вузлах. Якщо наприкінці минулого століття частка регіону в світовому ВВП була порівняно незначною, то сьогодні азійські мегаполіси генерують понад 40% світового економічного виробництва.

У результаті цих трансформацій відбувся радикальний перерозподіл геоекономічної ваги на користь азійських центрів розселення. Сформувалася потужна мережа глобальних міст, таких як Токіо (населення агломерації — понад 37 мільйонів осіб), Шанхай (понад 28 мільйонів), Пекін (близько 21 мільйона), Дакка (понад 22 мільйони), Мумбаї (понад 21 мільйон) та Сінгапур [2]. Ці центри пройшли швидку еволюцію від периферійних сировинних та колоніальних торговельних пунктів до провідних міжнародних хабів високих технологій, фінансів, логістики та промислового виробництва, які визначають вектор розвитку сучасної світової економіки.

Урбанізаційні процеси в Азії демонструють глибоку регіональну диференціацію, зумовлену відмінностями в рівнях економічного розвитку, історичному контексті та державній політиці просторового планування. Регіон чітко розпадається на кілька субрегіональних моделей: високоурбанізовану Східну Азію, прискорено зростаючу Південно-Східну Азію та Південну Азію, для якої характерні помірний загальний рівень, але колосальні абсолютні обсяги міського населення.

Східна Азія виступає найбільш урбанізованим субрегіоном континенту, проте внутрішні моделі розвитку тут суттєво відрізняються. З одного боку, Японія та Південна Корея завершили процес первинної урбанізації ще у другій половині XX століття, досягнувши позначки понад 80–90%. Сьогодні в цих країнах спостерігається стабілізація загальної чисельності містян та депопуляція провінції, на тлі якої населення продовжує концентруватися у столичних агломераціях. З іншого боку, Китай продемонстрував унікальний приклад державно-керованого «урбанізаційного стрибка». Якщо у 1980 році рівень урбанізації в країні становив лише 19,4% (близько 190 млн осіб), то вже у 2010 році він перевищив позначку у 49,7% (понад 660 млн осіб), а станом на 2025–2026 роки досяг близько 66–67% (понад 930 млн осіб). Цей масштабний процес став можливим завдяки поступовому пом'якшенню системи прописки (хукоу) та реалізації Національного плану урбанізації, який орієнтований на об'єднання кількох сотень мільйонів колишніх селян у потужні кластери мегалополісів.

На противагу Східній Азії, Південна Азія характеризується найнижчою часткою міського населення серед усіх азійських субрегіонів (близько 37%), проте демонструє один із найвищих коефіцієнтів його абсолютного щорічного приросту. Яскравим прикладом цього тренду є Індія, де в містах вже мешкає понад 510 мільйонів осіб, а за прогнозами, до 2035 року це число зросте ще на 150 мільйонів. Водночас така неконтрольована міграція спричиняє глибоку диспропорцію: якщо найбільші агломерації стрімко розростаються (Національний столичний регіон Делі — понад 33 млн осіб, Мумбаї — понад 21 млн осіб), то малі та середні міста й надалі потерпають від гострого дефіциту інвестицій [2].

Для Південно-Східної Азії притаманна інша специфіка — модель «міста-примата» (primate city), за якої єдиний найбільший центр країни (зазвичай столиця) значно перевищує всі інші міста за чисельністю населення та економічним потенціалом. Зокрема, агломерація Великого Бангкока зосереджує понад 50% міського населення Таїланду та виробляє близько 44% національного ВВП. Схожа ситуація спостерігається й в Індонезії, де агломерація Джакарти (Джаботабек) нараховує понад 35 мільйонів мешканців. Це створює критичне навантаження на екосистему острова Ява і, як наслідок, змусило уряд країни розпочати будівництво нової столиці — Нусантари на острові Калімантан.

Сучасний етап урбанізації в Азії супроводжується якісним ускладненням систем розселення та виникненням надвеликих просторових форм, у яких зосереджено колосальний людський та економічний потенціал планети. Азійський регіон став абсолютним світовим лідером за кількістю мегасіті — міських агломерацій з населенням понад 10 мільйонів осіб. З 33 таких

надвеликих урбаністичних утворень світу більше ніж половина (20 агломерацій) розташована саме в Азії (табл. 1).

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика урбанізації за субрегіонами Азії

Субрегіон / Країна	**Рівень урбанізації (%)**	**Чисельність міського населення (млн осіб)**	**Середньорічні темпи приросту міського населення (%)**	**Ключові особливості та моделі**
Східна Азія	**67%**	**1 100**	**1,1–1,5%**	Зріла урбанізація, керований державний розвиток, старіння населення.
Японія	92%	115	-0,2%	Постіндустріальна стабілізація, субурбанізація, депопуляція малих міст.
Південна Корея	81%	42	0,3%	Висококонцентрована агломераційна модель (Сеульський ареал — понад 50% населення країни).
Китай	66%	~930	1,8%	Масштабний керований процес, реформа системи хукоу, розбудова мегалополісів.
Південна Азія	**37%**	**740**	**2,4–2,8%**	Стихійна урбанізація, висока питома вага тіньового сектора, демографічний тиск.
Індія	36%	510	2,3%	Формування гігантських агломерацій (Делі, Мумбаї) при низькому загальному відсотку урбанізації.
Бангладеш	40%	68	3,1%	Гіпертрофована роль столиці (Дакка акумулює понад 30% містян країни).
Пакистан	37%	89	2,7%	Прискорений ріст мегаполісів за рахунок внутрішньопереміщених осіб та сільських мігрантів.
Південно-Східна Азія	**51%**	**350**	**1,8–2,2%**	Поєднання міст-держав та моноцентричних моделей із містами-приматами.
Сінгапур	100%	5,9	0,8%	Повністю урбанізована місто-держава, глобальний фінансово-логістичний хаб.
Індонезія	58%	160	2,1%	Висока концентрація на острові Ява (Джакарта), реалізація проекту переносу столиці (Нусантара).
Філіппіни	48%	55	1,9%	Домінування Манільської агломерації (Мала Маніла), висока щільність забудови.
В'єтнам	39%	38	2,6%	Двополюсна система (Ханой на півночі та Хошимін на півдні).

На вершині цієї ієрархії знаходиться Токійський мегаполіс (Токіо-Йокогама), чисельність населення якого становить близько 37,3 мільйона осіб, за ним ідуть такі гіганти, як Джакарта (понад 35 мільйонів мешканців), Нью-Делі (понад 33 мільйони), Шанхай (понад 28 мільйонів), Гуанчжоу-Шеньчжень (понад 26 мільйонів), Маніла (понад 24 мільйони), Мумбаї (понад 21 мільйон) та Пекін (понад 21 мільйон) [2]. Паралельно спостерігається процес зрощування сусідніх агломерацій та формування надпотужних мегалополісів, таких як японський коридор Токайдо (Токіо — Нагоя — Осака) з населенням понад 70 мільйонів осіб, а також китайські урбанізовані кластери Дельти річки Янцзи (понад 140 мільйонів мешканців) та Дельти річки Чжуцзян (понад 85 мільйонів осіб), які перетворилися на головні промислово-технологічні фабрики світу.

Зворотною стороною такого швидкого зростання, особливо у країнах Південної та Південно-Східної Азії, стало поширення феномену псевдоурбанізації, або хибної урбанізації. Цей процес характеризується масовим припливом сільського населення до міст, який суттєво випереджає спроможність міської економіки створювати офіційні робочі місця, а комунальної інфраструктури — забезпечувати базові житлові та санітарні потреби. У результаті мільйони мігрантів опиняються в пастці бідності та поповнюють тіньовий сектор економіки. За даними Програми ООН з населених пунктів (UN-Habitat), близько 30% міського населення Азії — а це понад 570 мільйонів осіб — проживає в нетрях та незаконних поселеннях. Зокрема, у Мумбаї частка мешканців таких районів (найвідомішим з яких є Дхараві) сягає 40–45%, у Манілі вона становить близько 35%, а в Карачі й взагалі перевищує 50%. Така псевдоурбанізація формує глибоку соціально-просторову сегрегацію. У результаті надсучасні ділові хмарочоси та закриті елітні квартали різко контрастують із величезними масивами самовільної забудови, мешканці яких повністю позбавлені доступу до питної води, централізованої каналізації, стабільного електропостачання та базової системи охорони здоров'я.

Стрімке розростання азійських міст спричинило масштабні екологічні, соціальні та інфраструктурні виклики, які загрожують стабільності всього регіону. Найгострішою проблемою місцевих мегаполісів став екологічний колапс, спричинений критичним рівнем забруднення повітря дрібнодисперсними частками PM2.5. За даними ВООЗ, понад 40 із 50 міст світу з найгіршою якістю повітря розташовані в Південній та Східній Азії. У таких центрах, як Нью-Делі, Дакка, Лахор і Хотан, вміст шкідливих речовин регулярного перевищує безпечні норми в 10–20 разів, що призводить до передчасної смерті понад 3,5 мільйона осіб щороку [1]. Ситуація ускладнюється виснаженням та забрудненням водних ресурсів: понад 60% поверхневих водойм у районах великих агломерацій Індії та Китаю непридатні для побутових потреб, а дефіцит питної води відчувають понад 800 мільйонів містян. Крім того, більшість азійських мегаполісів розміщені в низовинних дельтах річок або на узбережжях, що робить їх беззахисними перед кліматичною кризою — зокрема підйомом рівня Світового океану, руйнівними тайфунами та повенями. Через надмірне викачування підземних вод та високу щільність забудови спостерігається осідання ґрунтів: Джакарта опускається на 10–

25 см щороку (понад 40% площі міста вже опинилося нижче рівня моря), а Бангкок та Маніла втрачають 2–5 см висоти щорічно.

Для подолання цих загроз держави Азії розробляють інноваційні містобудівні та стратегічні рішення. Найрадикальнішим із них є просторове розвантаження перенаселених центрів шляхом переносу столиць. Яскравий приклад — проєкт зведення нової екологічної столиці Індонезії, міста Нусантара на острові Калімантан, кошторисом понад 32 мільярди доларів США. Це має зняти критичний тиск із 35-мільйонної агломерації Джакарти. Паралельно регіон перетворився на глобальний майданчик для впровадження концепції «розумних міст» (Smart Cities), орієнтованої на декарбонізацію та цифровізацію середовища. Сінгапур, який очолює відповідні світові рейтинги завдяки програмі «Smart Nation», інтегрував інтелектуальні транспортні мережі й цифрові двійники забудови, завдяки чому зменшив затори на 25% та забезпечив переробку понад 60% твердих відходів. У Південній Кореї високотехнологічне місто Сондо, збудоване на намивних територіях, скоротило викиди парникових газів на 30% проти звичайних центрів завдяки автоматизованій пневматичній системі збору сміття та енергоефективним стандартам LEED. Китай реалізує державну програму «Губка-місто» (Sponge Cities) у понад 30 мегаполісах. До 80% дощових опадів у них збираються, фільтруються та повторно використовуються через зелені дахи, біопроникні покриття й парки-заплави, що суттєво зменшує ризик катастрофічних повеней та покращує мікроклімат.

Отже, міські трансформації в Азії стали одним із найпотужніших геоекономічних та демографічних чинників XXI століття. «Урбанізаційний вибух», що охопив регіон у другій половині XX століття, вивів його центри на провідні позиції у світовій економіці, сформувавши нові хаби фінансів, високих технологій і промисловості. Водночас цей процес демонструє глибокі контрасти. Вона поєднує високотехнологічну й керовану модель у Східній Азії із псевдоурбанізацією, розростанням нетрів та соціально-економічною сегрегацією в Південній і Південно-Східній Азії. Стрімке формування агломерацій-гігантів супроводжується гострими екологічними викликами — від критичного забруднення довкілля до просідання ґрунтів у прибережних зонах.

Подальша доля регіону безпосередньо залежить від здатності держав трансформувати стихійне зростання на сталу систему розселення. Масштабні проєкти Smart Cities, концепція «міст-губок», декарбонізація транспорту та просторове перепланування свідчать про те, що Азія не лише накопичує урбаністичні ризики, а й стає головною лабораторією з розробки моделей міського розвитку.

Список використаних джерел

1. WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. URL: https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/551b515e-2a32-4e1a-a58c-cdaecd395b19/content (дата звернення 19.08.2026).

2. World Urbanization Prospects 2025. URL: https://desapublications.un.org/publications/world-urbanization-prospects-2025-summary-results (дата звернення 20.08.2026).

ДЕМОГРАФІЧНА ТРАНСФОРМАЦІЯ КИТАЮ: СУСПІЛЬНО-ГЕОГРАФІЧНІ ТРЕНДИ, НАСЛІДКИ ТА РЕГІОНАЛЬНІ ДИСПРОПОРЦІЇ

Щабельська Валентина
к.геогр.н., доцент
Коваленко Наталія
здобувачка вищої освіти магістерського рівня
Кафедра географії
Український державний університет
імені Михайла Драгоманова, Україна

Демографічний перехід у Китайській Народній Республіці став одним із найшвидших та найжорсткіше регульованих процесів у сучасній світовій історії, кардинально змінивши суспільно-географічну та економічну ландшафтну карту країни. Після утворення КНР у 1949 році та високої народжуваності впродовж 1950–1960-х років населення країни зростало швидкими темпами, що згодом сформувало побоювання уряду щодо виснаження ресурсів, дефіциту продовольства та неможливості забезпечення базових соціальних потреб. Відповіддю на ці виклики стало запровадження у 1979 році радикальної державної політики «Одна сім'я — одна дитина», яка передбачала жорсткі адміністративні обрання, систему штрафів за понаднормове народження, а також економічні стимули для малодітних родин. За офіційними оцінками китайських демографів, реалізація цієї політики дозволила запобігти народженню приблизно 400 мільйонів осіб, що суттєво прискорило економічне зростання на душу населення у період індустріалізації.

Однак тривале застосування директивних заходів призвело до стрімкого зниження сумарного коефіцієнта народжуваності, який у 1970 році становив 5,8 дитини на одну жінку, а вже на початок 1990-х років впав нижче рівня простого відтворення (2,1). Незважаючи на скасування політики «однієї дитини» та послідовний перехід до політики «двох дітей» у 2016 році та «трьох дітей» у 2021 році, демографічна динаміка не зазнала очікуваного перелому. На тлі прискореного розвитку урбанізації, надзвичайно високої вартості житла у великих містах, зростання витрат на освіту та змінити соціокультурних орієнтирів молодих поколінь коефіцієнт народжуваності продовжував падати, досягнувши рекордно низьких позначок у межах 1,0–1,1 у 2020-х роках [1].

У результаті Китай передчасно завершив демографічний перехід і вступив у фазу стійкого природного скорочення населення. Офіційні дані перепису та

щорічної статистики зафіксували історичний розворот демографічної кривої: у 2022 році населення Китаю скоротилося на 850 тисяч осіб, у 2023 році — ще на 2,08 мільйона осіб (склавши близько 1,409 мільярда), а тенденція скорочення народжуваності закріпилася й у наступні роки. Цей депопуляційний тренд призвів до того, що Китай остаточно поступився першістю за чисельністю населення Індії. Сучасний демографічний перехід у КНР демонструє унікальний суспільно-географічний феномен «старіння до багатства», коли країна переходить до депопуляції та деформації вікової структури ще до досягнення рівня доходів розвинених постіндустріальних держав, що створює довгострокові ризики для її соціально-економічного розвитку.

Просторова організація населення Китайської Народної Республіки демонструє надзвичайну внутрішню контрастність та високу стійкість історично сформованих диспропорцій. Класичним проявом цієї суспільно-географічної асиметрії є умовна демографічна лінія Хейхе — Тенчун (лінія Ху Хуаньюна), запропонована географом Ху Хуаньюном ще у 1935 році та підтверджена всіма наступними національними переписами населення. Ця уявна діагональ, що пролягає від міста Хейхе на північному сході провінції Хейлунцзян до міста Тенчун на південному заході провінції Юньнань, ділить територію країни на дві кардинально відмінні суспільно-географічні частини. На схід від цієї лінії, що охоплює лише близько 36% загальної площі держави, концентрується понад 93–94% усього населення Китаю, тоді як на західну частину, яка займає приблизно 64% території, припадає заледве 6–7% жителів. Така закономірність зумовлена фундаментальними природно-географічними відмінностями: східні провінції розташовані у сприятливих кліматичних поясах на родючих алювіальних рівнинах басейнів річок Хуанхе, Янцзи та Чжуцзян із доступом до морських узбереж, тоді як західні регіони охоплюють високогірний Тибет, сухі степи Внутрішньої Монголії та пустельні ландшафти Сіньцзяну, де середня щільність населення часто не перевищує 1–15 осіб на квадратний кілометр проти 300–1000 і більше осіб на квадратний кілометр у східних прибережних ареалах [1].

Стрімкий процес урбанізації та формування глобальних міських агломерацій протягом останніх десятиліть не лише не нівелював, а й суттєво посилив ці просторові розриви. Основна маса внутрішніх міграційних потоків та економічного капіталу спрямовується у три ключові урбанізовані кластери Сходу: дельту річки Янцзи (з центром у Шанхаї, де мешкає понад 240 мільйонів осіб у межах розширеного кластеру), дельту річки Чжуцзян (Гуанчжоу, Шеньчжень, Гонконг із понад 85 мільйонами мешканців) та столичний регіон Пекін — Тяньцзінь — Хебей (Цзінь-Цзінь-Цзі, понад 110 мільйонів осіб) [3]. Відтік молодих трудових ресурсів до цих прибережних «економічних локомотивів» спричинив виникнення нових депресивних периферійних зон. Яскравим прикладом цього є Північно-Східний Китай, де стагнація традиційних важких галузей промисловості супроводжується стрімкою депопуляцією, виходом молоді та найвищими в країні темпами старіння населення. У відповідь на ці просторові дисбаланси уряд КНР реалізує масштабні геоекономічні

програми, такі як «Освоєння Заходу» (West Development Strategy) та «Підйом Центрального Китаю», спрямовані на розбудову високошвидкісних залізниць, енергетичних коридорів та нових промислових хабів у внутрішніх провінціях (зокрема в агломераціях Чунцін — Ченду), проте східні прибережні території залишаються беззаперечним демографічним та економічним ядром держави.

Десятиліття жорсткого державного регулювання народжуваності в поєднанні з традиційними соціокультурними преференціями народження хлопчиків призвели до деформації віково-статевої структури населення Китайської Народної Республіки. Одним із найгостріших демографічних наслідків стало виникнення стійкого дисбалансу статей через поширення практики селективних за статтю абортів та приховування народження дівчаток у сільській місцевості. У період пікового застосування політики «однієї дитини» співвідношення статей серед новонароджених досягало критичної позначки у 118–120 хлопчиків на 100 дівчаток при біологічній нормі 105 до 100 (рисунок 1) [2]. Наразі це призвело до структурного надлишку чоловічого населення: у країні проживає понад 30 мільйонів так званих «зайвих чоловіків» (феномен гуаньгуань або «сухі гілки»), які позбавлені можливості створити сім'ю. Найбільш відчутно цей статевий дисбаланс позначається в бідних сільських регіонах, де створюється підвищене соціальне напруження, зростають ризики нелегальної міграції, торгівлі людьми із суміжних країн Південно-Східної Азії та поглиблюється психологічний тиск на молодь.

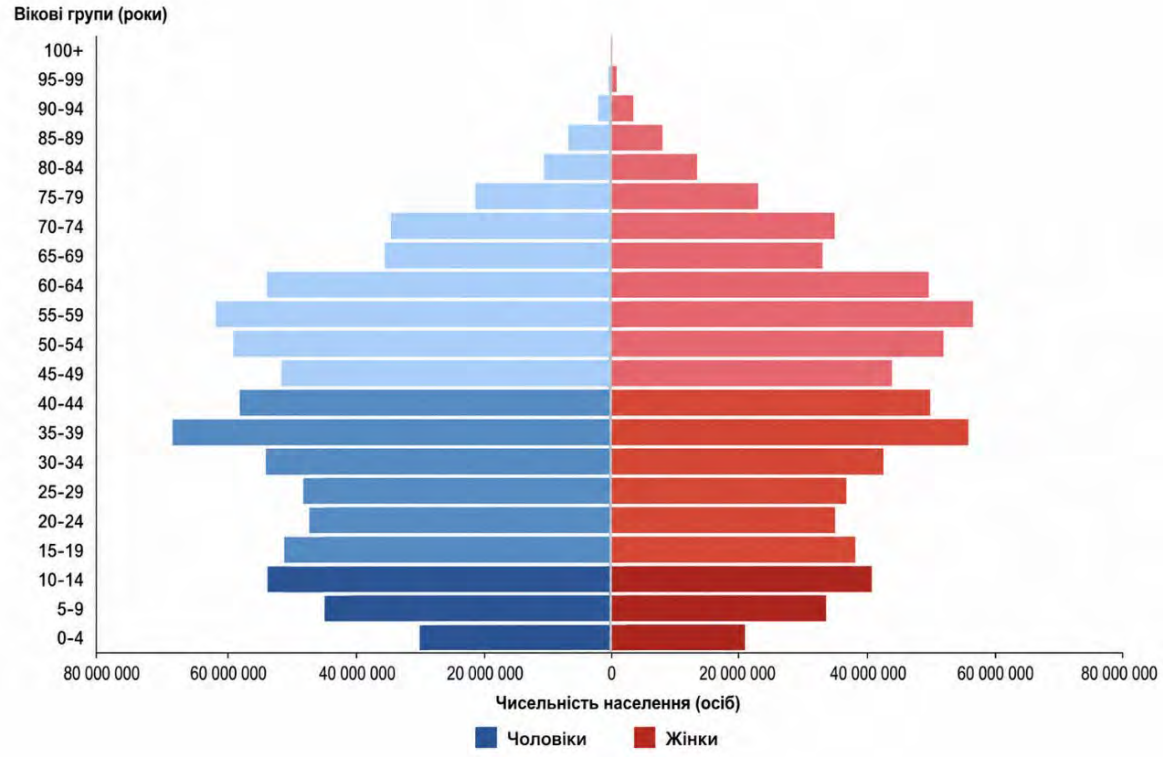


Рисунок 1: Статево-вікова піраміда населення Китаю, 2025 р.

Паралельно Китай стикнувся з рекордними у світовій історії темпами старіння населення, що формує серйозний виклик для всієї суспільно-

географічної та економічної системи держави. За даними Національного бюро статистики КНР та актуальних переписів, чисельність громадян віком понад 60 років уже перевищила 290 мільйонів осіб, що становить близько 21% від загального населення країни, а особам віком 65 років і старше належить понад 15% суспільної структури. За прогнозами ООН, до 2035 року кількість літніх людей у Китаї сягне 400 мільйонів осіб, перетнувши позначку у 30% і перетворивши країну на суспільство з надвисоким демографічним навантаженням. У соціальному вимірі це вилилося у поширення демографічної моделі «4-2-1», за якої єдина дитина в сім'ї після досягнення повноліття мусить матеріально та фізично утримувати двох батьків і чотирьох дідусів і бабусь.

Найбільшою проблемою для Китаю стало безперервне скорочення населення працездатного віку (від 15 до 64 років), яке досягло свого піку у 2011 році (понад 925 мільйонів осіб) і відтоді постійно зменшується, втрачаючи по кількох мільйонів працівників щороку. Скорочення трудового потенціалу призвело до вичерпання так званого «демографічного дивіденду» — дешевої та численної робочої сили, яка виступала головним рушієм китайського «економічного дива» протягом останніх чотирьох десятиліть. Зростання середньої заробітної плати та стрімке збільшення видатків на пенсійне забезпечення й охорону здоров'я змушують китайський уряд терміново адаптувати суспільне господарство: запроваджувати поетапне підвищення пенсійного віку, який історично залишався одним із найнижчих у світі (60 років для чоловіків і 50–55 років для жінок), а також компенсувати брак живих трудових ресурсів за рахунок тотальної автоматизації, роботизації промисловості та підвищення продуктивності праці.

Внутрішня міграційна динаміка та еволюція інституційних бар’єрів виступають ключовими чинниками суспільно-географічних трансформацій у Китайській Народній Республіці, що безпосередньо впливають на позиціонування держави в глобальній геополітичній та геоекономічній системі. Основним рушієм просторової мобільності населення протягом останніх десятиліть є формування так званого «плаваючого населення» — масового потоку сільських мігрантів, які переміщуються до міських агломерацій у пошуках працевлаштування. Станом на 2020-ті роки чисельність цього міграційного загалу перевищує 375 мільйонів осіб, що становить понад чверть усього населення країни. Довгий час головним регулятором цих людських потоків виступала жорстка система адміністративної прописки (хукоу), запроваджена ще у 1958 році для прив'язки громадян до місця народження та розділення населення на сільське та міське. Сільське хукоу суттєво обмежувало доступ мігрантів у містах до якісної медицини, державних шкіл для дітей, системи соціального страхування та ринку житла, створюючи феномен просторової та соціальної сегрегації. У рамках сучасних реформ уряд КНР змушений послідовно лібералізувати цю систему: обмеження на отримання міської прописки повністю скасовано в малих і середніх містах (з населенням до 3 мільйонів осіб), суттєво спрощено у великих центрах (до 5 мільйонів осіб) та

переведено на бальну систему в надвеликих мегаполісах, таких як Шанхай, Пекін та Гуанчжоу. Ця інституційна трансформація спрямована на урбанізацію мігрантів, стимулювання внутрішнього споживання та стирання глибокого розриву між містом і селом.

У глобальному геоекономічному вимірі демографічний спад та вичерпання дешевої робочої сили фундаментально змінюють роль Китаю як «світової фабрики». Зростання середньої погодинної оплати праці у промисловому секторі КНР (яка впевнено перевищила показники більшості країн Південно-Східної Азії та Індії) змушує транснаціональні корпорації релокувати трудомісткі виробництва до В'єтнаму, Бангладеш, Індонезії та Індії. Прагнучи компенсувати демографічне скорочення трудового потенціалу та зберегти геоекономічне лідерство, Китай переорієнтовує свою просторову та зовнішньоекономічну стратегію. На національному рівні реалізуються масштабні програми розвитку внутрішніх регіонів, такі як «Підйом Центрального Китаю» та «Освоєння Заходу», які покликані перемістити промислові потужності з перенаселеного прибережжя у глиб країни — до агломерацій Чунціна, Ченду та Уханя. У зовнішньополітичному аспекті демографічний дефіцит компенсується розбудовою масштабної глобальної інфраструктурної мережі в рамках ініціативи «Один пояс, один шлях» (Belt and Road Initiative). Завдяки інвестиціям у портові, залізничні та енергетичні коридори в Азії, Африці та Європі Китай географічно розширює доступ до зовнішніх ресурсів та сировини, а також виносить екологічно місткі й низькорентабельні галузі промисловості за власні межі, адаптуючи свою суспільно-географічну модель до умов нової демографічної реальності.

Список використаних джерел

1. National Bureau of Statistics of China. URL: https://www.stats.gov.cn/english/Statisticaldata/yearbook/ (дата звернення 20.08.2026).
2. UN Population Division Data Portal. Interactive access to global demographic indicators. URL: https://population.un.org/dataportal/home?df=905bb77a-c332-42c0-95db-b2fde3c2b704 (дата звернення 22.08.2026).
3. World Urbanization Prospects 2025. URL: https://desapublications.un.org/publications/world-urbanization-prospects-2025-summary-results (дата звернення 20.08.2026).

Section: History and Cultural Studies

DOI 10.70286/EOSS-31.08.2026.007.122-125

ЖІНОЧИЙ ДОСВІД ЯК ДЖЕРЕЛО ЗНАНЬ. РОЛЬ ІДИ ПФАЙФФЕР У РОЗШИРЕННІ ГЕОГРАФІЧНОГО ТА ЕТНОГРАФІЧНОГО ДИСКУРСУ

Штонда Вероніка Романівна
Київський столичний університет
імені Бориса Грінченка, Україна

Іда Лаура Пфайффер (1797–1858) – видатна австрійська мандрівниця, успішна письменниця та колекціонерка XIX століття, яка стала першою жінкою, що самостійно здійснила дві навколосвітні подорожі. Народилася у Відні в родині заможного текстильного фабриканта Алоїза Реєра. Її дитинство було нетиповим для дівчинки тієї епохи. Батько дозволяв їй носити хлоп'ячий одяг і виховував її так само суворо, як і її п'ятьох братів. Вона віддавала перевагу барабанам і іграшковій зброї замість ляльок, а раціон дітей був надзвичайно простим і позбавленим солодощів, щоб навчити їх витривалості [3, ст. 46].

Рисунок 1. Іда Лаура Пфайффер
Джерело: Львів'янка, яка двічі об'їхала навколо світу: Іда Лаура Пфайффер. 2016. URL: https://photo-lviv.in.ua/lvivyanka-yaka-dvichi-objihala-navkolo-svitu-ida-laura-pfajffer/

Після смерті батька у 1806 році мати Іди намагалася повернути її до традиційної жіночої ролі, а саме змусила носити сукні та займатися музикою [1, ст. 4]. Це спричинило психосоматичну хворобу, і за порадою лікаря Іді на деякий час знову дозволили носити чоловічий одяг, що допомогло їй одужати. Однак з наближенням повноліття вона була змушена прийняти тогочасний ідеал жіночності, хоча внутрішній потяг до свободи та знань залишився незмінним [2].

У 1820 році, після невдалого кохання до свого домашнього вчителя Йозефа Тріммеля, якого мати Пфайффер не вважала гідною партією, 22-річна Іда погодилася на шлюб за розрахунком із набагато старшим за неї адвокатом Антоном Пфайффером. Основним мотивом цього шлюбу була можливість переїхати до Лемберга (сучасний Львів), що знаходився за 800 км від Відня, і таким чином вийти з-під опіки матері [3, ст. 47].

Життя у Львові виявилося надзвичайно важким. Її чоловік через свою непрактичність і конфлікти з корумпованими чиновниками не міг довго втриматися на жодній посаді. І. Пфайффер була змушена самостійно дбати про виховання та проживання двох синів, займаючись домашнім господарством та даючи уроки музики й малювання, що було принизливим для жінки її статусу [2]. Родина постійно змінювала місце проживання, балансуючи на межі бідності.

Ситуація дещо покращилася лише після смерті її матері у 1831 році, коли Пфайффер отримала спадок, що дозволив їй забезпечити освіту синів. На той час шлюб став формальним: чоловік жив переважно у Лемберзі, а Іда з синами переїхала до Відня [3, ст. 48]. Лише коли сини виросли і стали самостійними, вона відчула, що виконала свій обов’язок перед сім’єю і може реалізувати давню мрію про подорожі.

У 1842 році, у віці 44 років, Іда Пфайффер вирушила у свою першу велику подорож до Палестини та Єгипту. Щоб не викликати спротиву родини, вона вдала, ніби їде просто відвідати подругу в Константинополі [2].

Повернувшись, вона опублікувала свій перший тревелог під назвою «Подорож віденки до Святої Землі» (Reise einer Wienerin in das Heilige Land) у 1844 році [1, ст. 6]. Перше видання вийшло анонімно, а переговори з видавництвом від її імені вів чоловік, оскільки жіноче авторство тоді не сприймалося серйозно. Книга мала приголомшливий успіх, що дозволило Пфайффер фінансувати наступні експедиції за рахунок гонорарів та продажу зібраних колекцій.

У 1845 році вона вирушила на північ, до Ісландії та Норвегії, де розпочала систематичний збір рослин і комах, а також створила перші етнографічні дагеротипи місцевих мешканців. Це було лише початком до справжніх пригод. Уже наступного року Іда здійснила першу навколосвітню подорож у 1846–1848 роках, ставши першою жінкою, яка самостійно об’їхала земну кулю. Її маршрут охопив Бразилію, Чилі, Таїті, Китай, Індію, Персію та Російську імперію. Враження від цієї подорожі вона виклала у книзі «Жіноча подорож навколо світу» (Eine Frauenfahrt um die Welt), яка швидко стала бестселером і вже у 1851 році була перекладена англійською [3, ст. 53]. Та найбільш сміливою виявилася

її друга навколосвітня експедиція у 1851–1855 роках. Вона пройшла через Лондон до Капської колонії, Сінгапуру, Борнео, Яви, Суматри, а далі – до Каліфорнії, Перу та США [3, ст. 49–65]. На Борнео І. Пфайффер проникла вглиб острова до племен даяків, а на Суматрі зустрілася з народом батак, який у Європі вважався канібальським. Її відвага й наукова допитливість були відзначені золотою медаллю від короля Пруссії, а також членством у географічних товариствах Берліна та Парижа [3, ст. 56].

Остання експедиція Іди була присвячена Мадагаскару (1856–1858). Там вона мимоволі стала учасницею політичної змови проти королеви Ранавалуни. І. Пфайффер була заарештована і вислана з острова, але під час примусового переходу через тропічні болота вона заразилася малярією. Вона повернулася до Відня вкрай виснаженою і померла в жовтні 1858 року. Її остання книга «Останні подорожі Іди Пфайффер» була видана посмертно її сином Оскаром [2].

Іда Пфайффер не просто подорожувала світом – вона стала своєрідним «культурним перекладачем» своєї епохи, здатною передавати європейському читачеві образи далеких країн, їхніх людей та звичаїв. Її подорожі були не лише географічними відкриттями, а й інтелектуальними експериментами, у яких вона поєднувала різні дискурси, що відображали складність і суперечливість XIX століття.

Насамперед у її працях виразно простежується дискурс жіночності. Як жінка, вона мала доступ до сфер, закритих для чоловіків-дослідників: побуту, інтимного життя та внутрішнього світу жінок у гаремах, індійських родинах чи інших культурних контекстах [1, ст. 19–20]. Її описи дозволяли європейському читачеві побачити ті сторони життя, які залишалися невидимими в офіційних звітах мандрівників-чоловіків. Саме завдяки цьому її тексти набували особливої цінності, адже відкривали нові перспективи для розуміння «іншого» світу [3, ст. 106].

Водночас у її працях присутній і колоніальний дискурс, типовий для європейської культури того часу. І. Пфайффер часто описувала народи Азії та Африки як «примітивні» порівняно з Європою, відтворюючи усталені стереотипи [1, ст. 9–12]. Проте вона не була беззастережною прихильницею колоніальної ідеології. У своїх текстах вона гостро критикувала політику європейських держав, зокрема торгівлю опіумом у Китаї, яка завдавала величезної шкоди місцевому населенню [3, ст. 101]. Таким чином, її погляд поєднував у собі як відтворення колоніальних уявлень, так і їхнє критичне осмислення.

За своє життя Іда Пфайффер подолала відстань, що дорівнює восьмикратному обхвату земної кулі, і залишила після себе понад 3000 сторінок описів своїх мандрівок [2]. Її книги стали не лише популярними серед сучасників, а й важливим джерелом для істориків та етнографів, адже містили унікальні спостереження про культури, які перебували на перетині традицій і модерності.

Отже, життя Іди Пфайффер стало символом виходу жінки за межі домашньої сфери, у світ науки, відкриттів і публічного слова. Вона довела, що жіночий досвід може бути не менш значущим для розуміння світу, ніж чоловічий, і залишила спадщину, яка й сьогодні надихає дослідників та мандрівників. Її постать уособлює сміливість, інтелектуальну допитливість і прагнення до діалогу культур, що робить її однією з найяскравіших постатей європейської історії XIX століття.

Список використаних джерел

1. Schäfer R. Ida Pfeiffers Reisebericht ihrer Reise in das Heilige Land im Hinblick auf Edward Saids Orientalismus-Theorie. Betzdorf, 2019. 26 p.
2. The last travels of Ida Pfeiffer: inclusive of a visit to Madagascar, with a biographical memoir of the author. Free eBooks. Project Gutenberg. URL: https://www.gutenberg.org/cache/epub/60474/pg60474-images.html (дата звернення: 25.08.2026).
3. Zeginigg M. V. Wie eine Frau die Welt beschreibt: Die Reiseberichte Ida Pfeiffers als Form der Translation : Diplomarbeit. Graz : Karl-Franzens-Universität Graz, 2009. 114 p.

РОЗВИТОК ТА ТРАНСФОРМАЦІЯ УКРАЇНСЬКИХ БАНКНОТ

Дука Олена
старший судовий експерт
групи технічного дослідження
документів та обліку
відділу криміналістичних
видів досліджень
Полтавського НДЕКЦ МВС
Україна

Беззаперечно національна валюта є символом кожної держави. На рівні практичного застосування банкноти мають також культурне та історичне значення. Історія грошової одиниці відображає становлення та розвиток кожної держави, тому дослідження національної валюти має важливе значення для усвідомлення своєї національної цінності, культури та історії. З отриманням Україною у 1991 році своєї незалежності виникла необхідність впровадження своєї національної валюти – гривні, але до її появи гроші, які були в обігу на території української держави у різних її формах та проявах пройшли великий шлях та трансформацію.

Першою спробою вироблення системи власної валюти стало карбування під керівництвом князя Володимира Великого злотників та срібників. Саме

зображення на срібняках родового знаку Володимира тризуба стало основою для створення у 1917-1918 роках сучасного малого державного герба України. Крім Володимира княжу монету карбували і його нащадки [4]. Але у XII-XIV століттях Київська Русь переживала період феодальної роздробленості, і карбування монет припинилося. Пізніше, у середині XIV століття на українських землях відродився монетний обіг – червоноруських півгрошей у Львові і срібняків Володимира Ольгердовича у Києві. Також, відродити власне карбування монет планував Богдан Хмельницький. Ще від початку Визвольної війни 1648-1654 років гетьман прагнув проводити самостійну фінансову політику, вважаючи її однією з основних ознак державності. Чи вдалося гетьману реалізувати задум, не знаємо, адже писемні згадки до цього часу не підтверджені археологічними знахідками [1].

Також спробою поставити питання про запровадження в Україні власної грошової системи у XVII столітті був Гадяцький договір із Річчю Посполитою від 06 вересня 1658 року, підписаний гетьманом Іваном Виговським. Де наголошувалося: «При волостях, де буде командувати сам гетьман … вільно буде кувати козацьку монету для заплати козацькому війську». Але, після повного розподілу українських земель між двома імперіями – російською та Австрійською – усі згадки про українську національну грошову систему зникли [4].

На значний період українські землі втратили свою державність, разом з тим і спроби запровадити свою грошову систему. На наших теренах використовувалися банкноти різноманітних державних формувань у складі яких перебували етнічні українські землі. І тільки з розпадом російської імперії українцям випала можливість сформувати свою незалежну державу.

Тому, у часи національно-визвольних змагань у 1917-1921 роках велике значення у розбудові самостійної і суверенної Української держави мало впровадження національної валюти й створення незалежної банківської системи [1].

Відтак, проголосивши своїм Третім універсалом 18 липня 1917 року утворення Української Народної Республіки, Центральна Рада почала робити кроки у справі запровадження в Україні національної валюти [4].

Першими українськими банкнотами стали 100 карбованців. Їх автором був видатний український графік, професор та ректор Української академії мистецтв Георгій Нарбут. Для їх оформлення використаний бароковий стиль. Також, вперше використаний як елемент оформлення – тризуб, на той час ще не затверджений як державний герб України. Суттєвою перешкодою на шляху реалізації даної емісії стала відсутність на підконтрольній Центральній Раді території відповідних поліграфічних потужностей та матеріалів. Тому купюри друкувалися в одній з найкращих тогочасних київських друкарень, власником якої був С. В. Кульженко. Банкноти не мали захисних елементів (водяних знак, гільйоширні сітки, тощо), друк здійснювався літографічним способом на звичайному папері, що призвело до їх фальшування [3].

01 березня 1918 року Центральна Рада ухвалила закон, відповідно до якого національною грошовою одиницею УНР стала гривня, яка дорівнювала половині

карбованця та ділилася на 100 шагів. Для уникнення фальшування банкнот друкування грошових купюр в подальшому здійснювався за кордоном, тому 24 березня 2018 року укладено договір про виготовлення банкнот у Берліні. Одночасно вживалися заходи, спрямовані на створення власної бази для виготовлення паперових грошових знаків та монет. У Німеччині закуповувалося обладнання для монетного двору, але через воєнно-політичні обставини карбування монет в Україні реалізоване не було.

Для вирішення питання з відсутністю розмінних грошових знаків розпочалася емісія знаків номіналом 10, 20, 30, 40 та 50 шагів, які мали вигляд поштових марок. Випускалися вони на товстому папері у друкарні В. Кульженка в Києва та у друкарні Е. Фесенка в Одесі. Автором проекту 10 та 20 шагів був Антон Середа, а інші виконав Георгій Нарбут. На реверсі всіх номіналів було вміщено герб України та напис «Ходить нарівні з дзвінкою монетою» [3].

Прийшовши до влади у квітні 1918 року, Гетьман Павло Скоропадський, відновив як основну грошову одиницю Української Держави карбованець, що поділявся на 200 шагів. Було підготовлено ескізи банкнот вартістю 10, 25, 50, 100, 250 та 1000 карбованців [1].

У період гетьманату було виготовлено ще декілька проектів поштових марок, які мали «ходити нарівні з дзвінкою монетою». Після переходу влади в Україні у грудні 1918 року до рук Директорії основною грошовою одиницею відновленої УНР знову було проголошено гривню. Ця вся плутанина у грошовому обігу пов’язана з тогочасним політичним життям в Україні – державні перевороти, повстання та інтервенції [4].

Тому, на території українських земель одночасно могли використовуватися грошові знаки Російської імперії, Тимчасового уряду, УНР, Української Держави Павла Скоропадського, Директорії УНР, більшовицької держави, а також грошові знаки місцевого характеру [3].

Після поразки національно-визвольних змагань 1917-1920 рр. українські урядові та дипломатичні представництва перебували в еміграції. Крім того, створювалися нелегальні форми спротиву окупаційним властям. Так, у 1929 році створилася Українська Військова Організація (УВО), яка в подальшому реорганізувалася в Організацію Українських Націоналістів (ОУН). Це все потребувало значних фінансових засобів для свого функціонування. Основним джерелом грошового забезпечення були щомісячні внески членів та симпатиків організації, пожертви окремих осіб. Підтверджували сплату коштів спеціальні посвідки-розписки, на яких видрукувані символи ОУН та напис «Бойовий фонд ОУН» [3].

З початком Другої світової війни на території Галичини грошові документи ОУН-УПА – бофони – випускалися з позначенням вартості у злотих. З 1943 року вони ширилися на Волині та Поліссі. На інших окупованих німцями територіях бофони до 1944 року були незнані[3].

Загалом, за 1939-1954 роки виготовлено близько 500 різновидів бофонів, які перебували у вжитку щонайменше у дванадцяти областях України та Білорусі, а

також частково на території Австрії, Німеччини, Польщі, Словаччини та Чехії. Творцем найвідомішої серії бофонів, "Волинської", створеної у 1945-1946 роках, став один із найталановитіших графіків XX століття – Ніл Хасевич [1].

Після поразки українського повстання та входження українських земель до складу радянського союзу, виготовлення та поширення українських грошових документів продовжувалося в еміграції. Здебільшого емісія здійснювалася з нагоди різноманітних пам'ятних та ювілейних дат [3].

Зі здобуття Україною незалежності постала необхідність у грошовій реформі, тому 10 січня 1991 року запроваджені купони багаторазового використання. Друкувалися вони на папері невисокої якості і мали недостатній захист від фальшування. Ним був лише водяний знак типу «шеврон». На купюрах були відсутні позначення їх порядкового номера та серії. Також, своїм указом Президент України з 2 вересня 1996 року постановив провести грошову реформу і запровадити в обіг національну грошову одиницю – гривню, сотою частиною якої було визначено копійку [3].

Банкноти усіх номіналів виготовлені на спеціальному білому паперу, що не флуоресціює в ультрафіолетових променях, з водяними знаками. Також, банкноти мали і інші захисні елементи: захисну стрічку, рельєфні елементи, суміщений малюнок, антисканерна сітка, кодоване зображення, мікротекст, елементи для людей з вадами зору, захисні волокна, магнітний номер, прихований номінал. Грошова реформа в Україні стала надзвичайною подією для нашої держави, в результаті якої створено один з невід'ємних атрибутів державності – національні гроші [4].

Протягом усіх років незалежності Україна удосконалювала свої національні банківські білети, змінюючи їх номінальний ряд та дизайн, а також додаючи удосконалені елементи захисту. Серед світових банкнот українська гривня вирізняється високим рівнем захисту та вважається одною з найестетичніших у світі.

Уже у 2026 році НБУ оголосив про розширення номінального ряду національної валюти – з 04 вересня 2026 року в готівковий обіг буде введена нова банкнота номіналом 2 000 гривень. Банкнота вшановує Василя Стуса – українського поета-шістдесятника, перекладача, публіциста, прозаїка, мислителя, літературознавця, літературного критика, правозахисника, політв'язня срср, члена Української Гельсінської групи, одного з найактивніших представників українського дисидентського руху та борця за незалежність України у XX ст., лауреата Державної премії ім. Т. Шевченка (посмертно, 1991), Героя України (посмертно, 2005). У дизайн банкноти додано унікальну "віконну" захисну стрічку Anima™ Colour – поліхромну та анімовану, що стало першим у світі використанням даного захисного елемента.

Крім того, дата введення нової банкноти в обіг обрана невипадково та має певний символізм. Саме 04 вересня 1965 року під час прем'єри фільму "Тіні забутих предків" у київському кінотеатрі "Україна" Василь Стус разом із В'ячеславом Чорноволом та Іваном Дзюбою провів перший в срср відкритий

публічний протест проти масових політичних репресій української інтелігенції. А 04 вересня 1985 року Василь Стус загинув в ув'язненні у таборі особливого режиму" [2].

Отже, для українського народу гривні є не тільки платіжним засобом а й головним символом державності та частиною довгої боротьби за незалежність. В ній відображається тяглість нашої державності від Київської Русі до сьогодення, вікову боротьбу за виживання та визнання українського народу. На банкнотах зображенні державотворці, культурні діячі та історичні пам'ятки, що стало своєрідним історичним путівником по нашому тисячолітньому нелегкому протистоянні за існування. Разом з тим рівень інфляції української гривні постійно зростає, що впливає на купівельну спроможність та рівень життя громадян.

Список використаних джерел

1. Інтернет посилання: Національний банк України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://bank.gov.ua/ua/uah/uah-history.
2. Інтернет посилання: Національний банк України [Електронний ресурс]. – https://bank.gov.ua/ua/news/all/v-obig-vvoditsya-banknota-nominalom-2000-griven.
3. Шуст Р. М. Нумізматика: історія грошового обігу та монетної справи в Україні: навч. посіб – 2-ге вид., стер. – К.: Знання, 2009. – 376 с.
4. Ющенко В. А., Панченко В.; Історія української гривні: Національний ун-т ім. Тараса Шевченка. – Київ: Бібліотека українця, 1999. – 112 с.

DOI 10.70286/EOSS-31.08.2026.008.129-134

«HOMO SOVIETICUS» В УКРАЇНІ: ІСТОРИКО-АНТРОПОЛОГІЧНИЙ ВИМІР РАДЯНСЬКОЇ СПАДЩИНИ

Литвиненко Олександр Євгенійович
кандидат історичних наук, доцент
Кафедра права та інформаційної справи
Приватний заклад вищої освіти
«Східноєвропейський університет імені Рауфа Аблязова»

Радянська доба стала тривалим періодом трансформації українського суспільства, яка охопила політичну систему, соціальні відносини, освіту, трудову сферу та культурне життя. Функціонування радянських інституцій і повсякденних практик вплинуло на формування уявлень про державу, суспільний порядок, працю, власність та особисту відповідальність. Після розпаду СРСР ці уявлення не зникли одночасно з радянськими інституціями: одні поступово втрачали значення, інші зберігалися або пристосовувалися до

нових суспільних умов. Дослідження цього процесу дає змогу простежити окремі прояви радянської спадщини в українському суспільстві та визначити механізми її відтворення й трансформації.

Поняття «Homo Sovieticus» увійшло до наукового та суспільного вжитку для позначення специфічного типу людини, сформованого радянським суспільством. Водночас його використання потребує обережності, оскільки за цим поняттям не стояла і не могла стояти цілком однорідна модель поведінки всіх громадян СРСР. У такому підході увага зосереджується на конкретних механізмах соціалізації, повсякденних практиках і способах сприйняття держави, праці, суспільства та власного минулого.

Виникнення поняття «Homo Sovieticus» пов'язують передусім із критичним осмисленням радянської моделі суспільства. Одним із найвідоміших творів, у яких він набув окремого концептуального значення, стала праця Олександра Зінов'єва «Гомо советикус», видана в Лозанні 1982 р. [1]. Саме походження поняття значною мірою визначило його первісне полемічне та сатиричне забарвлення. Для історичного дослідження, однак, важливішим є інше питання: які соціальні умови сприяли формуванню поведінкових моделей, що згодом стали узагальнюватися цим поняттям.

Радянська людина формувалася не лише під безпосереднім впливом політичної пропаганди. Особливу роль відігравала повсякденна взаємодія людини з інституціями, від яких залежали освіта, професійна діяльність, доступ до соціальних благ, культурного життя та можливостей зміни соціального статусу. У цьому сенсі радянська соціалізація охоплювала значно ширший простір, ніж політичне виховання. Школа, комсомольські та інші громадські організації, трудовий колектив, засоби масової інформації, література, кіно і система державних заохочень створювали середовище, у якому людина засвоювала прийнятні для системи моделі поведінки.

На комплексності цього процесу наголошує історик Ю. Каганов у монографії, присвяченій конструюванню «радянської людини» в Українській РСР у 1953–1991 рр. [2]. У монографії розглянуто формування «радянської людини» як результат дії різних інструментів радянської соціалізації, а не лише ідеологічного впливу. При цьому автор звертає увагу і на суперечливість радянської системи цінностей та наявність спротиву культурній уніфікації [2].

Це дозволяє дещо інакше поглянути на саме поняття «радянської людини». Його використання не означає, що людина беззастережно приймала офіційну ідеологію. Офіційно проголошені державою норми не завжди відповідали реальним практикам повсякденного життя населення. Люди могли формально виконувати встановлені вимоги, водночас зберігаючи власні погляди, родинні традиції та способи пристосування до системи. Тому радянську соціалізацію доцільно розглядати як процес взаємодії між інституційним впливом і повсякденними практиками.

В українських умовах цей процес мав і власну специфіку. Радянська система не просто створювала нові соціальні норми, а й значною мірою перебудовувала

вже існуючі культурні та політичні уявлення. Відбувалося пристосування суспільства до нової системи влади, економічних відносин і культурних норм. Водночас повного зникнення попередніх моделей поведінки не відбулося. Частина з них продовжувала існувати у зміненому вигляді, поєднуючись із новими формами суспільного життя.

Однією з важливих характеристик радянського повсякдення була значна присутність держави в житті людини. Радянська держава здійснювала всеосяжне регулювання основних сфер суспільного життя, визначаючи засади економічної діяльності, зайнятості, освіти, соціального забезпечення та культурної політики. За таких умов держава сприймалася не лише як політичний інститут, а й як основний суб'єкт організації та регулювання суспільного життя.

Подібна модель мала подвійний характер. З одного боку, вона передбачала залежність людини від державних інституцій. З іншого – створювала очікування, що саме держава повинна забезпечувати соціальну стабільність, зайнятість, житло та інші необхідні умови життя. Така залежність могла поєднуватися з недовірою до конкретних представників влади. Тому критичне ставлення до чиновників саме по собі не свідчило про відмову від патерналістської моделі держави.

Збереження окремих радянських установок у суспільній свідомості після розпаду СРСР пов'язувалося, зокрема, з уявленнями про соціальну захищеність, матеріальну стабільність і передбачуваність повсякденного життя. Важливу роль у цьому контексті відігравали також патерналістські установки та особливості родинної пам'яті про радянське минуле [3, с. 159–169].

Водночас позитивне ставлення до окремих аспектів радянського минулого не обов'язково свідчить про прагнення до відновлення радянської політичної системи. У спогадах про минуле могли зберігатися передусім уявлення про стабільність, доступність соціальних благ, гарантовану зайнятість або передбачуваність повсякденного життя. Відтак позитивна оцінка окремих сторін минулого могла існувати поряд із критичним ставленням до радянської влади.

Певні особливості радянської моделі виявлялися і у сфері праці. Праця посідала важливе місце в офіційній системі цінностей та розглядалася не тільки як засіб матеріального забезпечення, а й як суспільно значуща діяльність. Трудові досягнення ставали предметом публічного заохочення, а професійна діяльність включалася до ширшої системи соціальної ідентичності.

Проте між офіційною трудовою етикою та повсякденною практикою існувала помітна різниця. Формальне виконання встановлених вимог могло поєднуватися з низькою зацікавленістю в результаті, пошуком неформальних способів вирішення проблем та пристосуванням до бюрократичних правил. Саме це розходження між офіційною нормою і реальною поведінкою є важливим для розуміння радянської повсякденності.

Подібні явища не дають підстав поширювати характеристики радянського суспільства на сучасне українське суспільство загалом. Радянські практики та уявлення в подальшому не залишалися незмінними: під впливом суспільно-

політичних та економічних змін одні з них поступово втрачали поширення, тоді як інші зберігалися, набуваючи нових форм. Тому радянську спадщину доцільно розглядати не як пряме продовження радянського минулого, а як складову тривалого процесу суспільних змін.

Окремим виміром цієї спадщини було ставлення до власності. Радянська економічна система ґрунтувалася на домінуванні державної та колективної власності, тоді як приватна власність на основні засоби виробництва була принципово обмежена. В то же час повсякденне ставлення до майна не завжди відповідало офіційній моделі.

Державне та колгоспне майно в повсякденному житті сприймалося не лише відповідно до його офіційно визначеного статусу, а й залежно від конкретних обставин його використання. У радянському суспільстві існували практики неформального використання майна, обміну послугами та пристосування до товарного дефіциту. Вони свідчили про розбіжність між офіційними вимогами держави та тим, як ці вимоги виконувалися в повсякденному житті.

У цьому контексті важливим є не лише сам факт відхилення від установлених норм, а й те, як офіційні вимоги поєднувалися з повсякденними практиками. Людина могла дотримуватися встановлених правил у публічній поведінці й водночас використовувати неформальні способи вирішення повсякденних питань. Таке поєднання формальних вимог і неформальних практик було характерною рисою радянської дійсності.

Проблема радянської спадщини має також виразний політичний вимір. Радянська політична культура формувалася в умовах монополії комуністичної партії, обмеженої політичної конкуренції та значної ролі державного апарату. У таких умовах громадянська активність мала інші форми, ніж у суспільстві з розвиненими конкурентними політичними інститутами. Так, дослідник В. Андрусишин, розглядаючи взаємозв’язок радянського тоталітаризму та типу «радянської людини», звертає увагу на деформацію змісту українських політичних традицій під впливом радянської системи. Йдеться не лише про зміну політичних інституцій, а й про трансформацію способів сприйняття влади та політичної поведінки [4, с. 160–165].

Важливим для розуміння радянського суспільства є характер взаємовідносин між громадянином і державою. Радянська модель передбачала значну залежність суспільної активності від офіційних інституцій. Водночас це не означало повної відсутності ініціативи на у повсякденній поведінці. Люди використовували родинні та професійні зв’язки, а також знаходили способи вирішення проблем поза формальними процедурами.

Вплив комуністичної ідеології та радянської дійсності на ментальність українців мав довготривалий характер, що відзначає О. Гордійчук у дослідженні відповідних світоглядних змін [5, с. 25–31]. Їхній вплив не припинився разом із ліквідацією радянських інституцій. Сформовані в попередній період уявлення продовжували проявлятися в нових суспільно-політичних умовах, хоча їхній зміст і значення могли змінюватися.

Особливо виразно це проявляється у сфері історичної пам'яті. Пам'ять про радянське минуле формувалася не лише через офіційну історичну політику. Вона передавалася в сім'ї, через особисті спогади, фотографії, предмети побуту, літературу, кіно та інші форми культурної комунікації. Тому радянський досвід міг впливати навіть на покоління, яке безпосередньо не брало участі в радянському суспільному житті.

Важливо враховувати, що сімейна пам'ять про радянське минуле могла суттєво відрізнятися навіть у межах однієї родини. Для частини суспільства радянський період був пов'язаний із здобуттям освіти, професійною діяльністю та зміною соціального становища, тоді як для інших він асоціювався з репресіями, розкуркуленням, переслідуваннями та іншими формами державного насильства. Відповідно, сприйняття й оцінка радянського минулого значною мірою залежали від конкретного історичного та сімейного досвіду.

Значення родинного досвіду у формуванні уявлень про радянське минуле розглядає О. Семенова у праці «Радянська ідентичність у соціо- та етнокультурному просторі сучасної України». Дослідниця пов'язує це зі становленням «гібридної постпам'яті» та передачею уявлень про радянське минуле від покоління до покоління [3, с. 159–169]. Це дає підстави розглядати радянську спадщину не тільки як сукупність політичних або соціальних установок, а й як елемент пам'яті, що може відтворюватися в родинному та культурному середовищі.

Не менш важливим механізмом радянської соціалізації була культура. Література, кіно, телебачення, радіо та освіта не лише передавали інформацію, а й створювали образи бажаної поведінки. Через них формувалися уявлення про працю, колектив, державу, сім'ю, героїзм, суспільний обов'язок та місце окремої людини в суспільстві.

Історик Ю. Каганов, досліджуючи механізми конструювання «радянської людини», розглядає освіту, масову культуру та засоби масової інформації як взаємопов'язані інструменти формування відповідних моделей соціальної поведінки [2]. Проте їхній вплив залежав від конкретного соціального середовища та особистого досвіду. Радянська соціалізація не знищувала повністю індивідуального вибору, а радше задавала межі, у яких цей вибір здійснювався.

Відтак «Homo Sovieticus» варто розглядати не як узагальнену характеристику населення СРСР, а як поняття, за допомогою якого можна простежити сформовані радянським суспільством моделі поведінки та уявлення. Вони стосувалися передусім ставлення людини до держави, очікувань щодо соціальної підтримки, способів взаємодії з офіційними нормами, ставлення до суспільної власності та ролі колективу в повсякденному житті. Окреме місце посідала пам'ять про радянське минуле, яка зберігалася не лише через суспільні та культурні практики, а й у межах родини та передавалася між поколіннями.

Отже, радянський досвід залишався помітним у різних сферах суспільного життя України, хоча його прояви змінювалися разом із суспільством. Окремі моделі поведінки та уявлення, сформовані в радянський період, продовжували

існувати після розпаду СРСР, але зазнавали змін під впливом нових політичних, економічних і культурних умов. На їхнє збереження та сприйняття впливали також особистий і родинний досвід, зміни поколінь та переосмислення радянського минулого. Це дає підстави розглядати «Homo Sovieticus» у зв'язку з конкретними історичними умовами, в яких формувалися, зберігалися та змінювалися відповідні моделі поведінки й уявлення.

Список використаних джерел

1. Зінов'єв О. Гомо советикус. Lausanne : L'Âge d'Homme, 1982. 199 с.
2. Каганов Ю. О. Конструювання «радянської людини» (1953–1991): українська версія. Запоріжжя : Інтер-М, 2019. 432 с.
3. Семенова О. Радянська ідентичність у соціо- та етнокультурному просторі сучасної України // Українознавство. 2020. № 4 (77). С. 159–169. DOI: https://doi.org/10.30840/2413-7065.4(77).2020.217763.
4. Андрусишин В. Й. Радянський тоталітаризм, homo sovieticus і деформація змісту українських політичних традицій // Культурологічний альманах. 2022. № 4. С. 160–165. DOI: https://doi.org/10.31392/cult.alm.2022.4.20.
5. Гордійчук О. Вплив комуністичної ідеології та радянської дійсності на ментальність українців: соціально-філософський аналіз // Вісник Львівського університету. Серія філософсько-політологічні студії. 2019. Вип. 24. С. 25–31. DOI: https://doi.org/10.30970/2307-1664.2019.24.3.

ІСПАНСЬКА РЕВОЛЮЦІЯ 1868–1874 рр. ТА ПЕРША ІСПАНСЬКА РЕСПУБЛІКА: БОРОТЬБА ЗА ДЕМОКРАТИЧНЕ ОНОВЛЕННЯ І РЕСТАВРАЦІЯ МОНАРХІЇ

Григорук Наталія
кандидат історичних наук, доцент
Тернопільський національний
педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка, Україна

Терор Нарваеса не лише не віддалив революцію, а, навпаки, наблизив її. Генерал Хуан Прім, який емігрував до Бельгії, очолив революційну хунту, що мала підготувати збройне повстання. Водночас почали видаватися й поширюватися нелегальні газети, які закликали до повалення прогнилого антинародного режиму.

У вересні 1868 р. спалахнуло повстання на військовому флоті, що базувався в Кадісі. Незабаром до нього приєдналися гарнізони Кадіса та інших міст Південної Іспанії. Ізабелла II направила проти повстанців урядові війська, однак

значна частина солдатів перейшла на їхній бік. Усвідомивши безнадійність становища, королева втекла до Франції.

Так розпочалася Іспанська революція 1868 р., відома також як «Славна революція». Як і під час попередніх революцій, влада перейшла до рук військових лідерів, які сформували Тимчасовий уряд. Прагнучи взяти революційний рух під контроль, уряд поспішив розпустити революційні хунти, що виникли по всій країні, а також відновлену Національну міліцію.

Обрані за цих обставин Установчі кортеси стали ареною гострої політичної боротьби між прихильниками монархії та республіканцями. Оскільки більшість депутатів становили монархісти, Конституція, ухвалена в червні 1869 р., проголосила Іспанію конституційною монархією з двопалатними Кортесами. Водночас вона закріпила широкий перелік громадянських прав і свобод, зокрема свободу слова, друку, зібрань, асоціацій та віросповідання.

Прийняття монархічної Конституції викликало невдоволення республіканців. У низці великих міст спалахнули повстання, які, однак, були швидко придушені урядовими військами.

Перед Тимчасовим урядом постало питання про обрання нового монарха. Про повернення на престол Ізабелли II, яка втратила підтримку більшості населення, не могло бути й мови. Одним із претендентів був принц Леопольд Гогенцоллерн-Зігмарінген – родич прусського короля. Його кандидатура викликала різкий протест Франції й стала одним із безпосередніх приводів до Франко-прусської війни 1870–1871 рр. Зрештою іспанську корону запропонували принцу Амадею Савойському, синові короля Італії Віктора Еммануїла II.

Правління Амадея I розпочалося за трагічних обставин. У день його прибуття до Іспанії, 30 грудня 1870 р., від наслідків замаху помер генерал Хуан Прім – головний ініціатор запрошення нового монарха та голова уряду. Загибель Пріма позбавила Амадея найвпливовішого союзника й істотно послабила позиції нової монархії вже на початку її існування.

У роки правління Амадея I (1871–1873), який був чужинцем для Іспанії й погано знав її мову, звичаї та політичні традиції, країна перебувала в стані глибокої політичної кризи. Протягом двох років на короля було здійснено кілька замахів, він неодноразово розпускав Кортеси та призначав нові вибори, а уряди часто змінювали один одного. Амадей I не зміг заручитися підтримкою жодної з впливових суспільно-політичних сил. Католицька церква ставилася до нього вороже, оскільки його батько, король Італії Віктор Еммануїл II, завершив об'єднання країни, приєднавши Рим і ліквідувавши світську владу папи. Значна частина іспанської аристократії також не визнавала Амадея законним монархом.

Водночас карлісти розпочали Другу карлістську війну (1872–1876), висунувши претендентом на престол дона Карлоса VII – онука дона Карлоса. Проти Амадея I виступали й республіканці, які вимагали ліквідації монархії, а також широкі народні маси, що прагнули завершення демократичних перетворень, розпочатих революцією 1868 р. Додатковим чинником

дестабілізації стала Десятирічна війна на Кубі (1868–1878), яка виснажувала державні фінанси та військові ресурси Іспанії.

Усвідомивши неможливість стабілізувати політичну ситуацію й зберегти владу, Амадей I 11 лютого 1873 р. зрікся престолу та залишив Іспанію. У своєму маніфесті він зазначив, що найбільшими ворогами країни є не іноземці, а самі іспанці, які не можуть досягти політичної злагоди. Зречення Амадея відкрило шлях до проголошення Першої Іспанської республіки.

Після зречення короля Кортеси знову постали перед питанням про майбутній державний устрій країни. 11 лютого 1873 р. будівлю Кортесів оточили багатотисячні натовпи жителів Мадрида, які вимагали проголошення республіки. Під тиском громадської думки навіть монархічно налаштована більшість депутатів підтримала ліквідацію монархії. Спільним засіданням Конгресу депутатів і Сенату було проголошено Першу Іспанську республіку, хоча остаточне визначення форми державного устрою мало належати майбутнім Установчим кортесам.

Першим президентом республіки став Естаніслао Фігерас – один із лідерів Федеративної республіканської партії. До складу уряду увійшли представники різних політичних сил, у тому числі помірковані політики, які раніше підтримували монархію. Було призначено вибори до Установчих кортесів, яким належало виробити першу в історії Іспанії республіканську конституцію.

Монархічні партії закликали своїх прихильників бойкотувати вибори, що сприяло зміцненню позицій республіканців. Водночас єдність лівих сил була ослаблена позицією анархістів, які мали значний вплив у робітничому русі та в іспанських секціях Першого Інтернаціоналу. Вони відмовилися брати участь у виборах, вважаючи парламентську діяльність несумісною зі своїми політичними принципами, і залишили робітникам право самостійно вирішувати, чи брати участь у голосуванні та кого підтримувати.

На виборах переконливу перемогу здобули республіканці. У червні 1873 р. президентом республіки став Франсіско Пі-і-Маргаль – провідний теоретик іспанського федералізму. Його уряд запропонував масштабну програму демократичних і соціальних реформ, яка передбачала перетворення Іспанії на федеративну республіку, розширення місцевого самоврядування, гарантування широких громадянських прав і свобод, реформування державного управління, відокремлення церкви від держави, ліквідацію залишків рабства в колоніях та поступове розв’язання соціальних проблем.

Проте реалізувати цю програму не вдалося. Уряд одночасно зіткнувся з Другою карлістською війною, війною на Кубі, глибокою економічною кризою та кантональним рухом – серією повстань прихильників радикального федералізму, які влітку 1873 р. проголосили автономні кантони в низці міст, насамперед у Картахені. У цих умовах центральна влада втратила контроль над значною частиною країни, що стало однією з головних причин швидкого занепаду Першої Іспанської республіки.

Програма уряду Франсіско Пі-і-Маргаля передбачала здійснення широких демократичних і соціально-економічних реформ. Зокрема, планувалося продавати державні землі, а також частину великих приватних землеволодінь у розстрочку малоземельним і безземельним селянам, скасувати рабство в колоніях, розширити місцеве самоврядування, забезпечити свободу друку та асоціацій, запровадити соціальний захист робітників, обмежити використання жіночої й дитячої праці та здійснити інші перетворення, спрямовані на модернізацію держави.

Одночасно було підготовлено проєкт нової Конституції, який проголошував Іспанію федеративною демократичною республікою. Згідно з ним країна мала складатися з автономних штатів, об'єднаних федеральною владою. Передбачалося поєднати широкі права регіонів із збереженням єдиної держави та сильних загальнонаціональних інститутів. Однак проєкт викликав гострі суперечки навіть серед самих республіканців. Найрадикальніше крило федералістів – «непримиренні» – виступало за негайне створення федерації «знизу», шляхом проголошення майже незалежних самоврядних кантонів, орієнтуючись на швейцарську модель.

Політичне протистояння між прихильниками поступової федералізації та радикальними федералістами швидко загострилося. Важливу роль у цих подіях відігравали прихильники Михайла Бакуніна, які мали значний вплив серед робітників і в іспанській Федерації Першого Інтернаціоналу. Вони виступали проти централізованої державної влади, підтримали «непримиренних» і закликали населення до революційного виступу проти центрального уряду.

На початку липня 1873 р. значну частину Іспанії, особливо її південні та східні регіони, охопили кантональні повстання. У Севільї, Гранаді, Кадісі, Малазі, Валенсії, Картахені, Мурсії та низці інших міст повстанці захоплювали владу й проголошували незалежні кантони, які відмовлялися підкорятися центральному уряду. Найдовше проіснував Картахенський кантон, що став головним осередком кантонального руху і зберігав незалежність майже шість місяців.

Кантональні повстання різко послабили Першу Іспанську республіку, яка водночас змушена була вести боротьбу з карлістами, придушувати повстання на Кубі, долати економічні труднощі та політичну нестабільність. Розкол республіканського табору став однією з головних причин поразки республіканського експерименту.

Заклики президента Франсіско Пі-і-Маргаля до радикальних федералістів і прихильників анархізму припинити кантональні повстання та розпочати переговори не дали результатів. Перед главою держави постала складна дилема: застосувати військову силу проти повстанців чи залишитися вірним власним політичним переконанням. Не бажаючи санкціонувати збройне придушення виступів, 18 липня 1873 р. Пі-і-Маргаль подав у відставку.

Його відставка означала крах спроби здійснити демократичні перетворення мирним шляхом у межах Першої Іспанської республіки. В історії Іспанії Пі-і-Маргаль залишився одним із найпослідовніших прихильників федералізму, місцевого самоврядування, громадянських свобод і соціальних реформ.

Після його відставки президентами республіки послідовно стали Ніколас Сальмерон та Еміліо Кастеляр, які представляли помірковане крило республіканців. Вони відмовилися від політики компромісу з радикалами й узяли курс на відновлення державного порядку шляхом використання регулярної армії.

Більшість міст, що проголосили себе незалежними кантонами, капітулювали майже без опору. Проте у Валенсії, Малазі та особливо в Картахені повстанці чинили тривалий опір урядовим військам. Картахена залишалася головним осередком кантонального руху до 12 січня 1874 р., коли після тривалої облоги була захоплена урядовими військами. Ліквідація кантонів не принесла політичної стабільності, а лише прискорила занепад республіканського режиму.

Під час придушення кантональних повстань президент Еміліо Кастеляр значно розширив свої повноваження. Для боротьби з внутрішніми повстаннями та Другою карлістською війною він фактично керував країною без участі Кортесів, спираючись на надзвичайні повноваження. Лише на початку січня 1874 р. парламент відновив свою роботу.

3 січня 1874 р., скориставшись глибокими суперечностями серед республіканців, командувач мадридського гарнізону генерал Мануель Павія здійснив державний переворот. Військові розігнали Кортеси та поклали край парламентському існуванню Першої республіки. Після перевороту було сформовано уряд на чолі з генералом Франсіско Серрано, який спирався на армію й прагнув відновити державний порядок.

Попри формальне збереження республіканської форми правління, влада дедалі більше концентрувалася в руках військових. Серед політичної та військової еліти поступово зміцнювалася думка про необхідність реставрації монархії як засобу відновлення стабільності.

29 грудня 1874 р. генерал Арсеніо Мартінес Кампос у місті Сагунто проголосив королем Іспанії Альфонса XII – сина Ізабелли II. Ця подія започаткувала Реставрацію Бурбонів, яка тривала до проголошення Другої Іспанської республіки у 1931 р.

Поразка Першої Іспанської республіки була зумовлена сукупністю внутрішніх і зовнішніх чинників. Серед головних причин були політичний розкол республіканців, відсутність єдиної програми реформ, кантональні повстання, Друга карлістська війна, економічна криза та вирішальна роль армії в політичному житті країни. За таких умов республіканський режим не зміг забезпечити політичну стабільність і реалізувати заплановані демократичні перетворення.

Реставрація монархії привела до влади союз землевласницької аристократії та великої буржуазії. Нова політична система забезпечила країні відносну політичну стабільність і створила умови для економічного розвитку, однак не розв’язала ключових соціально-економічних проблем Іспанії. Аграрне питання, нерівномірність економічного розвитку регіонів, соціальна нерівність і загострення регіонального питання залишилися невирішеними. Саме вони в подальшому стали підґрунтям нових політичних криз і революційних потрясінь у XX ст.

Отже, Іспанська революція 1868–1874 рр. стала важливим етапом політичної модернізації країни, оскільки призвела до повалення монархії Ізабелли II, проголошення Першої Іспанської республіки та спроби здійснити широкі демократичні й соціально-економічні реформи. Проте внутрішній розкол республіканців, кантональні повстання, Друга карлістська війна, війна на Кубі, економічні труднощі та вирішальна роль армії в політичному житті не дали змоги реалізувати програму перетворень і зумовили поразку республіки. Реставрація Бурбонів у 1874 р. відновила монархію та забезпечила відносну політичну стабільність, однак не усунула глибоких соціально-економічних і регіональних суперечностей, які в майбутньому знову стали джерелом політичних криз і революційних потрясінь в Іспанії.

Список використаних джерел

1. Carr R. Spain, 1808–1975. 2nd ed. Oxford : Clarendon Press; Oxford University Press, 1982. 856 p.
2. Esdaile C. J. Spain in the Liberal Age: From Constitution to Civil War, 1808–1939. Oxford : Blackwell Publishers, 2000. 448 p.
3. Lynch J. The Hispanic World in Crisis and Change, 1598–1700. Oxford : Blackwell, 1992. 546 p.
4. Payne S. G. Spain: A Unique History. Madison : University of Wisconsin Press, 2011. 419 p.
5. Preston P. A History of Spain. New York : Palgrave Macmillan, 2006. 320 p.
6. Ringrose D. R. Spain, Europe and the «Spanish Miracle», 1700–1900. Cambridge : Cambridge University Press, 1996. 432 p.

ТЕАТР ДЛЯ ДІТЕЙ В УМОВАХ ВІЙНИ: ТРАНСФОРМАЦІЯ ТЕМАТИКИ ТА ОБРАЗНОСТІ СУЧАСНОЇ УКРАЇНСЬКОЇ СЦЕНИ

Нечитайло Яна Олександрівна
здобувачка вищої освіти магістерського рівня
Харківської державної академії культури
м. Харків, Україна

Анотація. У статті розглянуто основні тенденції трансформації сучасного українського театру для дітей в умовах війни. Проаналізовано зміни тематичного та образного спектра дитячих вистав, особливості осмислення війни, втрати, вимушеного переміщення, дому та пам’яті. Окрему увагу приділено фокусу роботи з травматичним матеріалом, переосмисленню традиційної казкової образності, розвитку документальних та метафоричних форм, а також зміні комунікативної моделі взаємодії з дитячою аудиторією. Визначено, що сучасний дитячий театр поступово відходить від виключно розважальної функції та стає

простором художнього осмислення досвіду війни, зберігаючи при цьому принципи образності, гри та емоційної доступності для юного глядача.

Ключові слова: дитячий театр, український театр, війна, режисура, драматургія, сценічна образність, дитина-глядач.

Вступ. Українська воєнна дійсність постала одним із найпотужніших чинників трансформації вітчизняного театрального процесу. Зміни торкнулися не лише організаційних умов діяльності театрів, а й репертуарної політики, драматургії, режисерської мови, сценографії та способів комунікації з глядачем. Дитячий театр у цьому процесі посідає особливе місце, оскільки змушений одночасно реагувати на травматичну реальність і зберігати специфіку театру для юної аудиторії.

Дослідження сучасного українського театру для дітей засвідчують, що тема війни вже прямо або опосередковано присутня в значній частині репертуару. Водночас театр дедалі активніше звертається до нових перформативних форм та переосмислює традиційні тексти відповідно до досвіду сучасної дитини.

Метою статті є визначення основних тенденцій трансформації тематики та сценічної образності українського театру для дітей в умовах війни.

Трансформація тематики дитячого театру. Однією з найпомітніших змін сучасного дитячого театру стало розширення тематичного діапазону. Якщо традиційний репертуар значною мірою ґрунтувався на казці, пригодницькому сюжеті, фантастиці та морально-етичних конфліктах, то після початку війни до театрального простору увійшли теми, які раніше могли здаватися надто складними для дитячої сцени: війна, окупація, вимушене переселення, розлука з близькими, загроза життю, втрата дому та пам’ять про зруйновані міста.

Водночас важливо, що сучасний дитячий театр не завжди говорить про війну безпосередньо. Часто вона стає прихованим або метафоричним центром сценічної історії. Саме така стратегія дозволяє говорити з дитиною про травматичний досвід через зрозумілі художні образи, не перетворюючи виставу на буквальну ілюстрацію воєнних подій.

Показовим прикладом є вистава «Війна, що змінила Рондо» Львівського театру імені Лесі Українки за книгою Романи Романишин та Андрія Лесіва. У ній війна вводиться у світ фантазійного міста, населеного казковими істотами. Питання «що робити, коли у твоє затишне місто приходить війна?» стає основою драматичного конфлікту. Таким чином, реальна історична подія переводиться у площину притчі та казки.

Цей принцип можна розглядати як одну з характерних особливостей сучасної театральної комунікації з дитиною: складна реальність не замовчується, але адаптується до специфіки дитячого сприйняття за допомогою метафори, фантазії та ігрової форми.

Зміна сценічної образності. Війна суттєво вплинула і на систему образів українського дитячого театру. Традиційні казкові персонажі починають функціонувати як носії сучасних смислів. Образ дому набуває особливого значення: він може означати не просто місце проживання, а безпеку, родину, пам’ять і приналежність.

Так само змінюється образ дороги. У традиційній казці дорога часто є шляхом героя до пригоди або самопізнання. У сучасному українському театрі вона може асоціюватися з евакуацією, вимушеним переміщенням, пошуком нового дому. Образи темряви, зруйнованого простору, відсутності, очікування та повернення набувають додаткового історичного та психологічного значення.

Особливого значення набуває образ дитини, яка вже не є лише пасивним спостерігачем казкових подій. Вона постає суб'єктом історичного досвіду, здатним ставити складні запитання, переживати втрати, робити моральний вибір.

Показовою у цьому контексті є вистава «Жираф Монс» Харківського театру ляльок імені В. А. Афанасьєва, прем'єра якої відбулася 2023 року. Вистава стала спробою чесної розмови з дітьми про війну з потужним терапевтичним потенціалом такої театральної комунікації.

Отже, образність сучасного дитячого театру характеризується своєрідним накладанням двох реальностей: казкової та історичної. Саме на їхньому перетині виникає нова сценічна мова, здатна говорити про війну без надмірної натуралістичності.

Зміни тематики та образної системи закономірно вплинули на режисерські принципи. Однією з важливих тенденцій стало тяжіння до мінімалізму, мобільності та універсальності сценічного простору. В умовах війни театри змушені працювати не лише у традиційних театральних приміщеннях, а й у безпечних просторах, укриттях та на виїзних майданчиках. Це спричиняє переосмислення самої структури вистави.

Уже у квітні 2022 року Київський академічний театр ляльок показував вистави в укритті київського метро, використовуючи компактну постановку з мінімальною кількістю декорацій. Така практика демонструє, що театральна подія в умовах війни може існувати поза традиційною архітектурою театральної будівлі.

Мінімалізм у цьому випадку є не лише вимушеним організаційним рішенням. Він може перетворюватися на художній принцип. Обмежена кількість декорацій посилює значення актора, предмета, жесту, світла та звуку. Один предмет здатен набувати кількох значень, а порожній сценічний простір — ставати образом зруйнованого або втраченого дому.

Паралельно відбувається посилення документального начала. Сучасний український театр активно звертається до свідчень, особистих історій та безпосереднього досвіду війни. Ця тенденція проявляється і в роботі з юною аудиторією, хоча в дитячому театрі документальний матеріал часто трансформується через метафору, казкову структуру або лялькову образність.

Режисуру сучасного дитячого театру формує синтез документальності та умовності. Реальна подія стає вихідним матеріалом, але її сценічне втілення потребує особливої міри художньої дистанції.

Дитячий театр як простір діалогу. Важливою трансформацією є зміна самого розуміння дитячої аудиторії. Сучасна українська вистава дедалі частіше сприймає дитину не як глядача, якому необхідно лише «пояснити» світ, а як повноцінного учасника діалогу.

Це особливо важливо в умовах війни. Дитина має власний досвід повітряних тривог, евакуації, зміни школи, розлуки з батьками або втрати звичного середовища. Тому театр не може залишатися осторонь цього досвіду. Водночас його завдання полягає не в тому, щоб відтворити травму на сцені, а в тому, щоб запропонувати художню форму її осмислення.

Саме тому сучасна вистава для дітей може виконувати функцію своєрідного безпечного простору діалогу. Тут дитина отримує можливість побачити власні переживання в образній формі, впізнати їх, але водночас дистанціюватися від них завдяки театральній умовності.

Показовим є і соціальний вимір діяльності театрів. У 2024 році київські театри організовували безкоштовні та пільгові перегляди для дітей військовослужбовців, внутрішньо переміщених осіб та інших соціально вразливих груп. Отже, дитячий театр під час війни функціонує не лише як мистецький інститут, а й як важливий простір культурної комунікації та підтримки спільноти.

Висновки. Війна стала потужним чинником трансформації сучасного українського театру для дітей. Ці зміни охоплюють не лише репертуар, а й саму театральну мову.

На тематичному рівні відбувається поступове включення у дитячий репертуар проблем війни, втрати, вимушеного переселення, пам’яті, дому та ідентичності. На рівні образності реалії війни часто переосмислюються через казкові, метафоричні та символічні структури. Відтак традиційні образи дороги, дому, темряви, героя, ворога чи порятунку отримують нові смислові відтінки.

Режисерське бачення тяжіє до посилення мінімалістичних, мобільних, документальних та інтерактивних форм. Водночас театральна умовність не зникає, а набуває нового значення: вона стає способом говорити з дитиною про складну реальність без її прямої натуралістичної репрезентації.

Таким чином, сучасний український дитячий театр в умовах війни поступово переходить від моделі «театру для дитини» до моделі «театру в діалозі з дитиною». Його актуальність полягає не лише в можливості розповісти юному глядачеві про сучасні події, а передусім у здатності створювати художній простір, у якому складний досвід війни може бути осмислений через гру, метафору, співпереживання та спільну театральну подію.

Подальше дослідження цього процесу потребує системного аналізу конкретних вистав українських театрів для дітей 2022–2026 років. Перспективним видається також дослідження того, як змінюється статус дитини-глядача в сучасній українській сценічній практиці.

Список використаних джерел

1. Лаврентій Р., Бентя Ю. Трансформація триває, або З ким насправді веде розмову сучасний український театр у дитячих виставах? // Мистецтвознавство України. 2024. № 24. С. 177–186. DOI: https://doi.org/10.31500/2309-8155.24.2024.318948.

2. Струтинський Б. Український театр під час російсько-української війни: зміни, проблеми, тенденції // Науковий вісник Київського національного університету театру, кіно і телебачення імені І. К. Карпенка-Карого. 2023. № 32. С. 30–35. DOI: https://doi.org/10.34026/1997-4264.32.2023.281318.
3. Слуцький В. С. Український театр і війни. Історія та сьогодення // Науковий вісник Київського національного університету театру, кіно і телебачення імені І. К. Карпенка-Карого. 2023. № 32. С. 70–75. DOI: https://doi.org/10.34026/1997-4264.32.2023.281326.

Section: Information Technology, Cyber Security and Computer Engineering

DRONE SWARM LEADER ELECTION BY AI METHODS

Tymoshenko Yurii
PhD in Technical Cybernetics, Associate Professor
Panko Denys
BSc in CS
Department of AI
National Technical University of Ukraine
"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"
Ukraine

Abstract

This work is driven by the rapid growth in the use of unmanned aerial vehicles (UAVs) and the need for reliable coordination in large swarms (up to 500 units) during complex, spatially distributed missions. Classical protocols face communication collapse and single points of failure.

The aim of the work is to develop and investigate a scalable, fault-tolerant leader election algorithm for large multi-agent UAV swarms using artificial intelligence methods.

This requires developing a mathematical model for hierarchical clustering and integrating deep reinforcement learning algorithms to evaluate node fitness. The system was simulated using Monte Carlo methods.

Overall, a solution to the scalability problem of consensus protocols, such as RAFT, is proposed through a fractal control architecture and dynamic evaluation of nodes' leadership potential based on neural network models. This ensures the swarm's survival in a stochastic external environment and under electronic warfare (EW) conditions.

Keywords

Unmanned aerial vehicle, multi-agent system, drone swarm, consensus, leader election, artificial intelligence, deep reinforcement learning, Monte Carlo method, electronic warfare.

Introduction

The current stage of evolution of autonomous robotic systems is characterised by a fundamental transition from controlling single units to coordinating massive collectives – swarms of unmanned aerial vehicles (UAVs)[1]. Multi-agent systems bring the efficiency of complex, critical, and spatially distributed missions to a fundamentally new level. Such missions include monitoring large territories, creating relay communication networks (FANET), and ensuring high survivability under conditions of intense electronic warfare (EW).

Aim and Tasks of Research

The aim of the research is to develop and investigate a scalable, fault-tolerant leader election algorithm for large multi-agent UAV swarms (up to 500 units) using AI methods[2] to eliminate communication overload and mitigate centralised control vulnerabilities. The main tasks include analysing coordination methods; developing a mathematical model of hierarchical swarm clustering; integrating deep reinforcement learning (DRL) to dynamically assess leadership potential; and conducting Monte Carlo simulations to evaluate the system's stability.

Research Results and Discussion

Despite the significant advantages of swarm structures, increasing the number of agents critically exacerbates the fundamental problem of spatial and informational coordination. Classical centralised control architectures, traditionally built on the "leader-follower" principle, have a significant flaw: a single point of failure. The breakdown, energy depletion, or destruction of the leader instantly leads to control collapse and chaos.

On the other hand, decentralised consensus protocols (e.g., the RAFT algorithm[3]) work successfully in wired networks but demonstrate quadratic communication complexity in mobile wireless environments. The total number of service packets for one election iteration in a network of N nodes is $C \approx O(N^2)$. When scaling the swarm to 500 units, a standard voting process generates about 250,000 messages in milliseconds. This inevitably causes a "broadcast storm," packet collisions, and total radio ether paralysis.

Furthermore, traditional routing and leader-election algorithms rely on rigid, static heuristic rules. They cannot adapt quickly and adequately to stochastic changes in a highly dynamic and aggressive external environment.

To overcome the quadratic barrier of packet exchange, we developed a model of multi-level fractal clustering. The global set is divided into local clusters, within which an intermediate-level coordinator, a "Capo," is elected. For a large swarm of 500 UAVs, a four-level structural decomposition is applied: 500 base drones form 100 local groups (Capo-1); 100 Capo-1s form 20 groups (Capo-2); 20 Capo-2s form 4 higher-level groups (Capo-3), among which a single global leader is elected. Such an architecture reduces the total communication complexity of information exchange to a logarithmic limit of O(N log N).

The main algorithmic innovation is rejecting static voting rules. The procedure for determining a "Capo" or a global leader is based on the continuous calculation of the integral leadership potential index V_i(t) for each individual UAV, which is a weighted linear convolution of four key spatial and physical metrics:

$$V_i(t) = w_1 \times k_bat + w_2 \times k_sig + w_3 \times k_mod + w_4 \times k_dist \quad (1)$$

where k_bat is the residual battery charge; k_sig is the radio communication quality (SNR) and noise immunity indicator; k_mod is the hardware reliability of onboard sensors; k_dist is the spatial proximity to the geometric centre of the local cluster.

A Deep Reinforcement Learning approach using the Proximal Policy Optimization (PPO) algorithm was utilized[4]. The vector of weight coefficients

$$W = [w_1, w_2, w_3, w_4]$$

is not static; an onboard neural network generates it dynamically. The control process is formalized as a Markov Decision Process (MDP). The AI analyzes a multidimensional state vector in real time (EW level, battery charge, packet loss). If the swarm suddenly enters an intense EW zone, the agent instantly decreases the energy weight and maximizes the noise immunity weight, guaranteeing the election of the drone with the most powerful signal as the leader.

Additionally, if a "Capo" node is destroyed, the Pooling protocol is initiated. Orphan drones asynchronously and seamlessly join adjacent stable clusters without the need to launch a resource-intensive global election cycle.

To evaluate the stability of the developed intelligent model, large-scale simulation modelling using the Monte Carlo method was conducted, involving 10,000 full-scale runs for a swarm of 500 autonomous UAVs Device failures were generated as a discrete random process according to the stochastic Poisson distribution law, allowing the testing conditions to closely approximate real scenarios of combat losses and kinetic damage.

Analysis of the statistical sample confirmed that integrating AI algorithms provides an absolute advantage over classical consensus algorithms with static heuristic rules. The mathematical expectation of the Time to Recovery (TTR) of the control vertical after a massive node failure was only 152.3ms. This is 38.04% faster than the reaction of the baseline algorithm. The confidence interval for TTR (at a 95% confidence level) is [152.17ms; 152.43ms], proving the algorithm's high stability.

Thanks to the introduction of multi-level fractal topology, the average volume of service packet exchange (traffic) during voting was reduced by 30.88%. Preventive neural network evaluation of drone potential reduced the frequency of fatal communication graph ruptures (loss of network connectivity) by 80.82%. Consequently, the average duration of effective operation of the entire UAV swarm until critical numerical depletion increased by 51.42%.

Conclusions

In this scientific work, the urgent problem of scaling and stability of control systems for multi-agent swarms has been solved. It is proven that a hybrid fractal architecture fundamentally solves the $O(N^2)$ communication complexity problem by transforming it into $O(N \log N)$ and localising consensus processes. Implementing deep reinforcement learning (DRL) models provided cognitive flexibility and adaptive assignment of control nodes based on hardware status and EW intensity. The accumulated statistical results of Monte Carlo simulation confirm the system's capacity for continuous self-organisation and the practical value of the developed technology for autonomous robotic complexes.

References

1. Alotaibi, A. F. M., et al. (2020). Leader election and cluster head selection schemes for UAV swarms. IEEE Access.
2. Li, T., et al. (2023). A dynamic leader election and selection algorithm for UAV swarm. Journal of Systems Architecture.
3. Chen, G., et al. (2024). Robust leader election protocol for wireless sensor networks based on Raft. IEEE Sensors Journal.
4. Liu, Y., et al. (2022). Decentralised leader-follower flocking control for multi-agent systems via reinforcement learning. IEEE Transactions on Cybernetics.

ЗБЕРЕЖЕННЯ ДОКАЗОВОЇ ЦІЛІСНОСТІ ЖУРНАЛІВ ПОДІЙ ПІД ЧАС РЕАГУВАННЯ НА КІБЕРІНЦИДЕНТ

Фещенко Ростислав Дмитрович
курсант
Вітвіцька Катерина Едуардівна
курсантка
Навчально-науковий інститут № 4
Науковий керівник:
Калякін Сергій Володимирович
старший викладач
Кафедра протидії кіберзлочинності
Харківський національний університет внутрішніх справ, Україна

Анотація. Обґрунтовано, що журнали подій під час кіберінциденту є не лише діагностичним джерелом, а доказом. Показано типові помилки першої реакції (перезавантаження хоста, «очищення» логів, робота під обліковкою адміністратора), які знищують цілісність слідів. Запропоновано мінімальний порядок фіксації: копія журналу з хешем, синхронізація часу, розмежування ролей аналітика і адміністратора, ланцюг зберігання. Підхід орієнтований на відомчі та освітні інформаційні системи з обмеженим штатом.

Ключові слова: кіберінцидент; журнал подій; цілісність; цифрова форензіка; хеш; ланцюг зберігання.

Введення

Реагування на кіберінцидент у закладі освіти чи правоохоронному ЗВО часто починається з бажання «швидко відновити сервіс»: перезавантажити сервер, очистити «зайві» логи, увійти під локальним адміністратором «подивитися, що сталось». З погляду доступності це зрозуміло. З погляду доказової бази це знищує можливість установити, хто увійшов, звідки і що змінено [1; 2]. Журнал подій після інциденту є первинним слідом. Якщо його цілісність порушена, подальший аналіз (навіть якісним SIEM) оперує вже зміненими даними.

Нормативні рамки управління інцидентами (ISO/IEC 27035, настанови NIST) виокремлюють етап фіксації доказів окремо від етапу відновлення сервісу [3; 4]. На практиці в малих IT-підрозділах ці етапи зливаються. Потрібна коротка процедура, яку черговий може виконати за 15–20 хвилин, не чекаючи прибуття зовнішнього форензі-спеціаліста.

Мета та задачі дослідження

Мета — описати мінімальний порядок збереження доказової цілісності журналів подій на етапі первинного реагування. Задачі: (1) визначити, які журнали критичні для типового інциденту з обліковим записом; (2) сформулювати заборонені дії; (3) задати технічний мінімум фіксації (копія, хеш, час); (4) показати організаційний ланцюг зберігання для відомчої ІС.

Результати дослідження і їх обговорення

Критичні журнали. Для компрометації обліковки достатньо зберегти: журнал автентифікації каталогу користувачів / IdP, VPN, поштового шлюзу, локальний Security/Sysmon кінцевої точки та журнал змін привілеїв. Не потрібно копіювати «все підряд» у перші хвилини — потрібен фіксований список джерел під 2–3 сценарії (підбір пароля, підозрілий вхід, шифрувальник). Відсутність заздалегідь визначеного списку призводить до хаотичного збору і пропуску саме того джерела, яке фіксує перший вхід зловмисника [2].

Заборонені дії першої години. Не перезавантажувати хост «для очистки пам’яті», якщо це не зупиняє активне шифрування; не чистити логи «щоб система швидше запрацювала»; не працювати під тією самою обліковкою, яку підозрюють у компрометації; не надсилати сирі логи в особистий месенджер. Кожна з цих дій або затирає volatile-дані, або створює нові записи від адміністратора, які маскують слід атакуючого [1].

Технічний мінімум фіксації. (1) Зняти копію журналу на окремий носій або в захищене сховище, недоступне з компрометованого сегмента. (2) Обчислити криптографічний хеш файлу (SHA-256) і записати його в акт разом із часом UTC і ПІБ того, хто знімав копію. (3) Перевірити синхронізацію часу джерела (NTP); якщо годинник зсунутий — зафіксувати зсув, а не «підкручувати» логи. (4) Подальший аналіз вести на копії, оригінал не змінювати. Цього достатньо, щоб пізніше довести, що файл не правили після зняття [5].

Ланцюг зберігання. Навіть у малому підрозділі потрібні дві ролі: хто знімає копію і хто її зберігає. Акт передачі (дата, хеш, місце зберігання) закриває типове питання «хто мав доступ до логів після інциденту». Термін зберігання критичних журналів — не менше строку службової перевірки; резервна копія не повинна лежати лише на тому самому сервері, який атакували. Для навчального ЗВО це можна оформити як додаток до регламенту реагування, а не як окрему лабораторію цифрової криміналістики.

Висновки

Доказова цінність журналів подій зникає не через брак SIEM, а через невдалі дії в першу годину інциденту. Мінімальний порядок — фіксований перелік джерел, заборона очищення логів, копія з хешем SHA-256, фіксація часу і

короткий акт ланцюга зберігання — виконуваний черговим IT-постом. Відновлення сервісу починається після зняття копії критичних журналів, а не замість нього. Такий підхід узгоджується з ISO/IEC 27035 і придатний для відомчих інформаційних систем з обмеженим штатом.

Список використаних джерел

1. Casey E. Digital Evidence and Computer Crime / E. Casey. – 3rd ed. – Amsterdam : Academic Press, 2011. – 807 p.
2. NIST. Computer Security Incident Handling Guide : NIST SP 800-61 Rev. 2 [Електронний ресурс]. – Gaithersburg, 2012. – Режим доступу: https://doi.org/10.6028/NIST.SP.800-61r2 (дата звернення: 20.08.2026).
3. ISO/IEC 27035-1:2023. Information technology — Information security incident management — Part 1: Principles and process. – Geneva : ISO, 2023.
4. Zimmerman C. Ten Strategies of a World-Class Cybersecurity Operations Center / C. Zimmerman. – Bedford, MA : The MITRE Corporation, 2014. – 332 p.
5. ISO/IEC 27037:2012. Information technology — Security techniques — Guidelines for identification, collection, acquisition and preservation of digital evidence. – Geneva : ISO, 2012.

LONG-TERM MAINTAINABILITY OF JAVA IN ENTERPRISE SYSTEMS

Rudnikova Veronika
Student
Faculty of Informatics and Computer Engineering
National Technical University of Ukraine
“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Ukraine

Enterprise software is usually judged by how well it survives a decade or more of regular changes and new requirements. Among all mainstream programming languages, Java stays at a top position, designed to handle backward compatibility. Because of this, code written for old versions of Java can often still run on modern versions with almost no changes.

Java is especially popular because of its “write once, run anywhere” approach. Instead of compiling into native machine code, it compiles into bytecode and then runs on the JVM (Java Virtual Machine) rather than directly on the operating system. This means that the same application can run on Windows, Linux, or macOS without being rewritten for each one. For enterprise systems, this matters a lot since an organization does not get locked into one specific server setup or operating system. In case of migrating servers, the code itself is not required to be updated.

Enterprise systems constantly deal with a lot of simultaneous users or transactions, and Java is built to handle it. Since virtual threads were introduced, the

scalability was greatly improved. Applications are now able to handle a huge number of concurrent tasks while minimizing memory and CPU usage. Things like banking systems or e-commerce platforms during high-traffic periods can both benefit from it. Additional tools, for example, Spring Boot, make it easier to break an application into microservices that can be scaled independently. Therefore, if one part of a large system gets more traffic, only that part needs more resources.

Because of Java's compatibility policy, it holds up long-term. New Java versions are built to run old code without breaking it. That means organizations are not forced to rewrite the whole application logic. Moreover, Java has a Long-Term Support (LTS) model, where certain versions such as Java 17, 21, and 25 get extended security patches for years. This gives an organization a stable planning schedule, which has a huge influence on industries like banking, where change is slow and has to go through a lot of approval.

Another area where Java exceeds is security. Since Java runs inside the JVM, which acts as a layer between the code and the machine, it makes certain attacks much harder to pull off. On top of that, Java has built-in security features such as the Java Cryptography Architecture (JCA) for encryption and a history of vulnerabilities being found and patched quickly.

Banking is one of the areas that can heavily rely on software that is secure and can handle a huge number of simultaneous transactions, with Java being a common choice for this. HDFC Bank and ICICI Bank, two of India's largest private banks, both rely heavily on Java for their servers. They both need deliberate engineering to scale smoothly under a heavy load. ICICI Bank is constantly hiring Java developers specializing in Spring Boot with experience in microservices.

Overall, a Java system is maintainable not because it's written in Java, but because a team actually keeps up with what the language allows them to do. Its compatibility rules, scalability, runtime approach, and security make a solid choice for systems meant to last a long time, which is part of a reason why enterprise systems, especially banks, rely on it.

References

1. Bhange, A. (2025). What is Java LTS and why does it matter? JRebel. URL: https://www.jrebel.com/blog/java-lts
2. Nazarevich, D. (2025). Why Java is perfect for enterprise software development. Innowise. URL: https://innowise.com/blog/java-for-enterprise-applications/
3. Klimenko, A. (2025). Virtual threads in Java: A game changer for concurrent applications. Medium. URL: https://medium.com/@alxkm/virtual-threads-in-java-a-game-changer-for-concurrent-applications-994f3b0ab23f
4. Java Cryptography Architecture (JCA) reference guide. Oracle Help Center. URL: https://docs.oracle.com/en/java/javase/11/security/java-cryptography-architecture-jca-reference-guide.html
5. Mishra, P. (2025). Top 5 industries that rely on Java developers. Appwars Technologies. URL: https://appwarstechnologies.com/top-5-industries-that-rely-on-java-developers/
6. Java Developer job at ICICI Bank. Instahyre. URL: https://www.instahyre.com/job-224871-java-developer-at-icici-bank-mumbai/

COMPARATIVE TESTING OF TCP AND UDP BY LOSS, LATENCY, AND DATA INTEGRITY METRICS IN REAL-TIME SERVICES

Kalashnyk Valerii
Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2345-4377
Melnyk Gennady
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0002-7663
Department of Computer Engineering and Electromechanics
Kyiv National University of Technologies and Design, Ukraine

Abstract. A comparative testing approach for TCP- and UDP-based communication in real-time services is proposed. The study focuses on three groups of indicators: packet loss, latency, and application-level data integrity. TCP and UDP provide different transport properties, and these differences become especially visible under network degradation. TCP compensates for packet loss through reliable ordered delivery, but retransmissions may increase latency and cause late data delivery. UDP does not guarantee delivery or ordering, but it may preserve lower latency for time-sensitive traffic when the application can tolerate or compensate for missing packets. The proposed testing matrix links network conditions, expected transport behaviour, application-level metrics, and interpretation criteria. The approach is intended for educational and pre-release testing of real-time services such as audio, video, telemetry, and interactive client–server applications.

Keywords: TCP, UDP, real-time services, packet loss, latency, jitter, data integrity, RTP, QUIC, network testing.

Introduction. Real-time services are sensitive not only to whether data are delivered, but also to when they are delivered. In file transfer or ordinary request-response systems, delayed data may still be useful if it arrive correctly. In audio, video, telemetry, online collaboration, or interactive control, late data may lose practical value even if it is eventually delivered. Therefore, the evaluation of real-time communication requires more than a simple success-or-failure decision. TCP and UDP represent two different transport approaches. TCP provides reliable ordered byte-stream delivery and uses retransmission to recover lost segments [2]. This property is useful when completeness and order are more important than delivery time. However, retransmission and ordered delivery can increase latency when packets are lost. UDP provides a minimal datagram service without built-in reliability or ordering guarantees [1]. It may therefore be used in time-sensitive systems where the application prefers timely delivery over guaranteed delivery of every packet. The difference between TCP and UDP should not be explained only theoretically. It should be verified through reproducible tests that connect network conditions with application-level effects. For

example, the same packet-loss rate may result in increased response time for TCP and missing frames or messages for UDP. A service based on UDP may remain interactive under partial loss, whereas a TCP-based service may preserve data completeness but violate a real-time latency budget. Modern real-time systems do not always use raw TCP or raw UDP directly. RTP is widely used for real-time media transport and provides sequence numbers and timestamps that help detect packet loss and jitter [4]. WebRTC specifies the use of RTP for browser-based real-time media [5]. QUIC demonstrates that UDP can also serve as a basis for more advanced transport mechanisms that add reliability, security, multiplexing, and congestion control at a higher layer [6]. These examples show that protocol selection must be analysed together with application requirements. The educational and engineering problem is to define a compact testing method that compares TCP and UDP not only at the transport level but also at the application level. Such a method should help students and engineers answer a practical question: which transport behaviour is more suitable for a given real-time service under loss, latency, and integrity constraints?

Aim and objectives of the study. The aim of the study is to develop a comparative testing approach for TCP and UDP in real-time services using loss, latency, and data integrity metrics. The study defines the tested communication model, identifies relevant network degradation conditions, proposes a comparison matrix, and formulates criteria for interpreting the behaviour of TCP- and UDP-based implementations.

Materials and methods. The object of testing is a real-time client–server or peer-to-peer service that transmits small messages, media frames, telemetry samples, or event updates. The same logical payload sequence is transmitted using two transport variants: a TCP-based implementation and a UDP-based implementation. The comparison is performed under identical network conditions. The test environment consists of a sender, a receiver, a controlled network-degradation layer, and a logging mechanism. The sender generates numbered payload units at a fixed rate. The receiver records arrival time, sequence number, payload checksum or hash, and application-level processing result. The degradation layer introduces latency, jitter, packet loss, and short bursts of loss. The same test profile is applied to both TCP and UDP variants. The basic test sequence contains five stages. First, a baseline run is performed without artificial degradation. Second, fixed latency is introduced. Third, jitter is added to create variable inter-arrival time. Fourth, random packet loss is introduced. Fifth, short loss bursts are applied to simulate temporary instability. After each run, the logs are compared by transport type and by application-level result. The main metrics are: packet or message loss rate; average and p95 latency; jitter or inter-arrival variation; share of late payload units; payload integrity of delivered data; order consistency; application-level continuity.

For TCP, the term “loss rate” is interpreted at the application level as missing or unavailable payload units within the real-time deadline, not as physical packet loss on the network. TCP may eventually deliver all data, but part of this data may arrive too late for the real-time scenario. For UDP, loss is measured directly by missing sequence

numbers or absent payload units at the receiver. Data integrity is evaluated separately from timeliness. A payload unit is considered intact when its identifier, length, and checksum or hash match the sent value. A payload unit is considered useful only if it is both intact and received within the application-defined time budget. This distinction is important because TCP may preserve data integrity but fail the timeliness requirement, whereas UDP may preserve timeliness for received packets while losing part of the sequence.

Table 1. Comparative testing matrix for TCP and UDP in real-time services.

Network condition	**TCP expected effect**	**UDP expected effect**	**Application metric**	**Interpretation**
No degradation	Complete ordered delivery	Timely datagram delivery	Baseline latency and integrity	Reference behaviour
Fixed latency	Higher delivery time	Higher delivery time	Average and p95 latency	Delay budget check
Jitter	Variable stream progress	Variable datagram spacing	Inter-arrival variation	Smoothness check
Random loss	Retransmission and delay	Missing datagrams	Late share / loss rate	Reliability-latency trade-off
Burst loss	Temporary blocking effect	Several missing units	Continuity gap	Recovery behaviour
High sending rate	Congestion and buffering	Loss or drops	Useful payload rate	Capacity limit
Integrity check	Intact delivered stream	Intact received datagrams	Hash or checksum match	Corruption detection
Real-time deadline	Complete but late data	Partial but timely data	Useful-on-time share	Application suitability

A test case is considered valid only when both transport variants use the same payload generator, the same message rate, the same network profile, and the same receiver-side evaluation rules. This prevents the comparison from being distorted by different application logic. The testing procedure does not assume that TCP or UDP is universally better. Instead, the transport is evaluated against the requirements of the specific service. If data completeness is critical and delay is acceptable, TCP may be more appropriate. If timeliness is critical and the application can tolerate or compensate for missing units, UDP may be more appropriate. If both reliability and low latency are required, higher-level mechanisms such as RTP-based media handling or QUIC-based transport should be considered.

Research results and discussion. The main result of the study is a comparative testing matrix that connects network degradation, transport behaviour, and application-level quality indicators. The matrix helps avoid simplified conclusions such as “TCP is reliable” or “UDP is faster.” In real-time systems, reliability, latency, and usefulness must be evaluated together. The first important observation is that packet loss has different meanings for the two transport models. In UDP-based communication, lost

datagrams are directly visible as missing sequence numbers. In TCP-based communication, network loss may be hidden by retransmission, but the application may observe increased delay, buffering, or late delivery. Therefore, testing TCP only by checking whether all data arrived is insufficient for real-time services. The second observation concerns latency. Both TCP and UDP are affected by fixed network latency, but the consequences may differ when loss is also present. TCP may preserve ordered delivery by waiting for missing data to be retransmitted. This behaviour protects completeness but can delay subsequent data. UDP does not wait for a missing datagram at the transport layer. This may preserve the timeliness of later packets, but the application must handle gaps. The third observation concerns data integrity. TCP provides reliable byte-stream delivery, but application-level integrity should still be verified because message framing, serialization, buffering, and parsing errors may occur above the transport layer. UDP includes checksum protection, but delivered datagrams must also be validated at the application level. For this reason, each payload unit in the test should contain an identifier and a checksum or hash. The fourth observation is related to application suitability. For a real-time monitoring service, a missing telemetry sample may be acceptable if the next sample arrives on time. For a financial transaction or configuration update, losing or skipping a payload unit is unacceptable. Thus, the same measured packet loss may be acceptable in one service and critical in another. The test conclusion must therefore be based on the service model, not only on transport metrics. The proposed approach can be used in software testing education because it demonstrates a practical difference between protocol properties and application quality. Students can observe that TCP may satisfy data completeness but violate a real-time deadline, while UDP may satisfy timeliness for part of the stream but violate completeness. This creates a useful basis for explaining trade-offs in networked software design. The approach is also suitable for pre-release evaluation of small real-time services. It does not require a complex production environment. A minimal implementation may use two local nodes, controlled network degradation, structured logs, and a simple sender-receiver application. The important requirement is that both transport variants are tested under the same profile and evaluated by the same application-level criteria.

The results should not be interpreted as a universal ranking of TCP and UDP. TCP, UDP, RTP, WebRTC, and QUIC are used for different purposes and provide different combinations of reliability, ordering, congestion control, timing support, and application responsibility. The proposed method helps choose or justify a transport approach for a specific service scenario. The limitations of the method are related to the simplified nature of the test environment. Local network degradation cannot reproduce all characteristics of mobile networks, wireless interference, Internet routing, or large-scale congestion. In addition, some modern systems use adaptive bitrate, buffering, forward error correction, retransmission at the application layer, or congestion control above UDP. These mechanisms should be added in further experiments when the tested service requires them.

Conclusions. A comparative testing approach for TCP and UDP in real-time services has been proposed. The method evaluates transport behaviour using loss, latency, and data integrity metrics and connects these metrics with application-level usefulness. The proposed matrix shows that TCP and UDP should not be compared only by general protocol properties. TCP may preserve data completeness but increase latency under loss. UDP may preserve lower latency for delivered packets but requires the application to handle missing or unordered data. Therefore, the main testing criterion is not whether a protocol is "better," but whether its behaviour satisfies the requirements of a particular real-time service. The approach can be applied in educational laboratories and pre-release testing of small real-time applications. Further work may include experimental implementation with RTP-based media traffic, comparison with QUIC-based transport, and evaluation of adaptive mechanisms such as buffering, retransmission policies, and forward error correction.

References

1. Postel, J. (1980). User Datagram Protocol. RFC 768. RFC Editor. doi:10.17487/RFC0768.
2. Eddy, W. (Ed.). (2022). Transmission Control Protocol (TCP). RFC 9293. RFC Editor. doi:10.17487/RFC9293.
3. Eggert, L., Fairhurst, G., & Shepherd, G. (2017). UDP Usage Guidelines. RFC 8085. RFC Editor. doi:10.17487/RFC8085.
4. Schulzrinne, H., Casner, S., Frederick, R., & Jacobson, V. (2003). RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications. RFC 3550. RFC Editor. doi:10.17487/RFC3550.
5. Perkins, C., Westerlund, M., & Ott, J. (2021). Media Transport and Use of RTP in WebRTC. RFC 8834. RFC Editor. doi:10.17487/RFC8834.
6. Iyengar, J., & Thomson, M. (2021). QUIC: A UDP-Based Multiplexed and Secure Transport. RFC 9000. RFC Editor. doi:10.17487/RFC9000.

АРХІТЕКТУРА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПІДГОТОВКИ ДО ТЕХНІЧНИХ IT-СПІВБЕСІД З ГОЛОСОВИМ AI-ІНТЕРВ'ЮЕРОМ ТА LIVE CODING

Бочарова Анна Олексіївна
здобувачка вищої освіти магістерського рівня
ОНП «Інформатика»
Супрун Ольга Миколаївна
к.ф.-м.н., доцент
Кафедра теорії та технології програмування
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Україна

Вступ. Сучасний ринок праці в IT-сфері характеризується скороченням кількості відкритих вакансій та одночасним зростанням кількості претендентів на одну позицію, що суттєво посилює конкуренцію між кандидатами [1]. Значна частина технічних співбесід проводиться в онлайн-форматі та передбачає два принципово різні за характером етапи: усне технічне інтерв'ю, під час якого перевіряється здатність кандидата структуровано формулювати відповіді й аргументувати технічні рішення, та етап Live Coding із розв'язанням алгоритмічних задач у режимі обмеженого часу. Аналіз існуючих програмних засобів підготовки (LeetCode, HackerRank, CodeSignal, Pramp, Interviewing.io, Interview Warmup, Yoodli, Huru.ai) свідчить, що жодне з наявних рішень не забезпечує повного циклу підготовки в єдиному середовищі: алгоритмічні тренажери покривають виключно кодинг-складову, peer-to-peer сервіси не масштабуються та не автоматизують оцінювання, а AI-орієнтовані платформи лише частково моделюють інтерв'ю без глибокої персоналізації та довгострокового супроводу користувача.

Мета та задачі дослідження. Метою роботи є проєктування архітектури інтелектуальної системи підготовки до технічних IT-співбесід, яка інтегрує підсистему голосового технічного інтерв'ю з AI-асистентом, модуль Live Coding з автоматизованою перевіркою програмного коду та механізми формування персоналізованих рекомендацій. Задачі дослідження: обґрунтування архітектурних рішень для забезпечення низької затримки голосової взаємодії; обґрунтування вибору великої мовної моделі (LLM) для задач автоматизованого оцінювання; розроблення механізмів накопичення статистики прогресу та виявлення проблемних тем.

Результати дослідження та їх обговорення. Запропоновано багаторівневу клієнт-серверну архітектуру системи, що включає рівень представлення, рівень API, рівень бізнес-логіки, рівень доступу до даних та шар інтеграції із зовнішніми сервісами. Серверну частину реалізовано мовою Java з використанням фреймворку Spring Boot, механізми автентифікації та авторизації забезпечено засобами Spring Security. Зберігання даних здійснюється у

реляційній базі даних Amazon RDS for MySQL, доставка звітів користувачам – через Amazon SES.

Ключовою особливістю архітектури є комбінований підхід до організації обміну даними. REST-інтерфейси застосовуються для дискретних операцій керування життєвим циклом сесії та передачі конфігураційних параметрів, тоді як для передавання даних у реальному часі у напрямку «сервер → клієнт» використовується протокол WebSocket у поєднанні з брокером повідомлень STOMP, через логічні канали якого транслюються потокові аудіодані відповіді AI-інтерв'юера, текстові транскрипції та службові події. Захоплення й попередня обробка аудіосигналу (шумопригнічення, автоматичне регулювання гучності, нормалізація) виконуються на стороні клієнта засобами Web Audio API з кодуванням фрагментів у формат PCM16 (24 kHz, моно) та подальшим перетворенням у Base64.

Інтелектуальним ядром підсистеми голосового інтерв'ю обрано мультимодальну модель gpt-4o-realtime-preview, що дозволяє відмовитися від традиційного каскаду «STT → LLM → TTS» та суттєво зменшити латентність діалогу. Застосування серверного механізму визначення голосової активності (Server VAD) з порогом тиші 1500 мс усуває необхідність ручного керування чергуванням реплік, а підтримка переривання в реальному часі наближає взаємодію до природної розмови. Поведінка AI-інтерв'юера є програмно керованою: на основі конфігурації сесії (мова програмування, рівень позиції, мова спілкування, тривалість, режим фідбеку, перелік слабких питань, контекст вакансії, отриманий засобами Selenium) динамічно формується prompt-інструкція, що реалізує принцип «ask-wait-evaluate».

Для обґрунтування вибору моделі оцінювання проведено експериментальне дослідження, у межах якого 136 варіантів розв'язків алгоритмічних задач трьома мовами програмування оцінено 17 моделями шести провайдерів (OpenAI, Anthropic, Google, xAI, DeepSeek, Mistral). Еталонну оцінку сформовано детерміновано – на основі динамічного тестування (відкриті, приховані та performance-тести) і статичного аналізу код-патернів із класифікацією дефектів (SUBOPTIMAL_ALGORITHM, EDGE_CASE_FAIL, WRONG_LOGIC). Узгодженість оцінок LLM з еталоном визначалася за метриками MAE, коефіцієнтом кореляції Пірсона та точністю в межах допустимого відхилення (табл. 1).

Таблиця 1 – Результати порівняльного оцінювання (фрагмент)

Модель	**MAE**	**r**	**Acc±5, %**	**Час, мс**
Grok-4-1-fast-reasoning	6,53	0,976	68,2	3579
GPT-4o	7,25	0,959	72,1	2143
GPT-4o-mini	7,95	0,965	63,2	2340
Gemini-3.1-flash-lite-preview	7,94	0,959	64,7	1582
Claude-haiku-4-5	12,18	0,926	57,4	3290

* дані сформовано автором

Установлено, що всі моделі коректно впорядковують розв'язки за якістю (r = 0,91-0,98), однак практична придатність визначається комплексом критеріїв. Найвищу точність продемонстровано моделлю Grok-4-1-fast-reasoning, найкращу швидкодію – Gemini-3.1-flash-lite-preview, а оптимальне співвідношення «якість/вартість» – GPT-4o-mini ($0,000128 за одне оцінювання, що майже у 55 разів дешевше за Claude-opus-4-6 при вищій точності). Reasoning-моделі з часом відповіді понад 10 с визнано непридатними для сценаріїв реального часу. За результатами експерименту модель GPT-4o-mini інтегровано в підсистеми постінтерв'ю-аналізу, генерації задач та оцінювання коду.

Модуль Live Coding реалізує генерацію завдань із застосуванням техніки role-based та few-shot prompting, ізольоване виконання коду через JDoodle API з резервним механізмом mock execution, а також формування контекстних підказок без розкриття повного розв'язку. Механізм довгострокового супроводу ґрунтується на підсистемі відстеження слабких питань: відповіді з точністю нижче 70 % фіксуються у персональному сховищі, а для запобігання дублюванню семантично еквівалентних формулювань застосовано багаторівневий алгоритм нормалізації тексту з пороговим порівнянням за коефіцієнтом перетину множин ключових слів. Доброчесність проходження забезпечує клієнтський модуль AntiCheatManager з контролем повноекранного режиму та блокуванням операцій буфера обміну.

Висновки. Запропонована архітектура вперше поєднує в єдиному середовищі голосове технічне інтерв'ю в реальному часі, Live Coding з автоматизованою перевіркою коду та адаптивні механізми персоналізації, що усуває фрагментарність існуючих рішень. Експериментально підтверджено придатність сучасних LLM до задач автоматизованого оцінювання програмного коду та обґрунтовано вибір моделі за критеріями точності, швидкодії й вартості. Перспективними напрямами розвитку є розширення функціональності для корпоративного використання (закриті інтерв'ю-кімнати з відеофіксацією) та удосконалення адаптивних алгоритмів навчання.

Список використаних джерел

1. Конкуренція серед розробників росте. IT-ринок праці у I кварталі 2026 [Електронний ресурс] // DOU. – Режим доступу: https://dou.ua/lenta/articles/it-job-market-1-quarter-2026/.
2. Vaswani A. Attention Is All You Need / A. Vaswani, N. Shazeer, N. Parmar [et al.] // Advances in Neural Information Processing Systems. 2017. Vol. 30.
3. Wei J. Chain-of-Thought Prompting Elicits Reasoning in Large Language Models / J. Wei, X. Wang, D. Schuurmans [et al.] // Advances in Neural Information Processing Systems. 2022. Vol. 35.
4. Introducing the Realtime API [Електронний ресурс] // OpenAI. – Режим доступу: https://openai.com/index/introducing-the-realtime-api/.
5. Deshmukh S. Online Platform for Coding Exams and Interviews / S. Deshmukh, D. Sarode // International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science. 2022. Vol. 4, № 4.

Section: International Relations

КОНСТРУКТИВІСТСЬКИЙ ПІДХІД В МІЖНАРОДНИХ ВІДНОСИНАХ

Карпунь Нікіта Андрійович
магістр
Приватне акціонерне товариство «Міжрегіональна
Академія управління персоналом»
Навчально-науковий інститут психології та соціальних наук
Кафедра міжнародних відносин, Україна

Конструктивістський підхід в міжнародних відносинах – це відносно виправдана альтернатива реалізму та лібералізму. Реалізм як популярна теоретична модель опирається на судження, що світ слід споглядати через лінзу постійної боротьби за владу, лобіювання всіма можливими способами власних національних інтересів та намагання кожного актора міжнародного середовища отримати якомога більше преференцій. Лібералізм пішов в іншому напрямку, де особлива роль надається міжнародним інституціям, які мають стати запорукою взаємної вигоди для всіх суб'єктів міжнародного права. Натомість конструктивізм як окремий підхід більш скептично дивиться на світ і ставить під сумнів передумови утворення реалістичної та ліберальної моделі. [1]

Відомий політичний науковець та один з ключових дослідників соціального конструктивістського підходу в міжнародних відносинах Александр Вендт сформулював тезу, яка лягла в основу конструктивізму. Після його статті «Anarchy is What States Make of It» 1992 року та книги «Соціальна теорія міжнародної політики» 1999 року випуску була виведена кластична формула, яка акцентувала увагу на тому, що відсутність єдиного центрального органу влади над кожною країною не є детермінованою ознакою будь-якої міжнародної системи. Сама по собі ця властивість не дає розуміння, чи будуть країни ворожими або дружніми одна до одної. Так конструктивізм приходить до ідеї анархічного світу, який не можливо зафіксувати в межах конкретної логічної системи. Анархічність не корелюється з безумовним примушенням держав до постійного конфлікту, вона виступає у ролі порожньої структури, зміст якої починає заповнюватись інтерсуб'єктивними уявленнями про те, що самі держави думають одна про одну опираючись на практику взаємодій. [2]

Александр Вендт навів зрозумілий приклад з сучасного розуміння міжнародних відносин для того щоб підкріпити свою позицію, тобто при умовній наявності 500 ядерних боєголовок у Великій Британії, США не настільки переймаються цим питанням та не сприймають це потенційною загрозою у порівнянні з 5 боєголовками з Північної Кореї. Хоча з об'єктивної точки зору, потенційні наслідки від загострення відносин США та Великої Британії

матимуть більшу небезпеку. З цього прикладу ми можемо вияснити, що різниця рівня потенційної небезпеки сприймається не наявністю можливостей нанесення серйозної шкоди однієї сторони іншій, а власне соціально сконструйоване бачення однієї країни іншою. США вважає Велику Британію своїм надійним союзником, а Північну Корею можливим супротивником, дії якої менш передбачувані а ризик потенційного конфлікту значно більший. Отже, визначення потенційного ризику не розраховується суто з простої наявності тих чи інших запасів озброєння та військової потужності, а можлива небезпека встановлюється з огляду на поточний рівень взаємовідносин та власного сприйняття акторів міжнародного середовища як ймовірних союзників або супротивників. [3]

Загалом, конструктивізм в міжнародних відносинах базується на кількох ключових компонентах. По-перше, це ідентичність, від якої формуються інтереси держави, тобто через те як сприймає себе держава та визначає своє місце на глобальній арені залежить напрям її інтересів. Наприклад, якщо одна країна позиціонує себе як прихильницю демократичних ідей і вільної торгівлі, то це на пряму вплине на набір її інтересів, а держава з іншим світоглядом аналогічно матиме інше бачення на світ та відмінний ряд першочергових пріоритетів. Другим компонентом конструктивістського підходу є система норм. Під нормами ми розуміємо колективні очікування стосовно належної поведінки, які, навіть за умови відсутності формального механізму примусу, будуть мати вагомий вплив на прийняття рішенн та подальшу логіку дій суб’єктів міжнародного права. Даний аспект конструктивізму був глибоко досліджений Мартою Фіннемор та Кетрін Сіккінк. Вони ввели в науковий обіг поняття «життєвий цикл норми», тобто процес, через який нова ідея (наприклад, заборона застосування хімічної зброї або забезпечення прав людини як міжнародної норми) набуває популярності і поширюється від невеликої групи країн, що почали застосовувати нову практику до моменту остаточної інтерналізації, коли ідея перестає сприйматися як щось незвичне і стає загальноприйнятою очевидною для більшості нормою, яка не потребує детального пояснення. Третім елементом конструктивістської теорії вважається інтерсуб’єктивність, яка передбачає позицію, що вся соціальна реальність, яка включає в собі поняття суверенітету, державних кордонів та міжнародної спільноти – може існувати не з об’єктивної необхідності для нормального функціонування в сучасному світі, а тому що в цей часовий проміжок наявна достатня кількість акторів міжнародних відносин, що погодились спільно поділяти віру в існування такого порядку речей та притримуватись його правил. До прикладу, суверенітет держави існує у реальному вимірі не через сам факт його проголошення, а через те що інші країни і глобальні міжнародні інституції визнають його і не намагаються його порушити. Також до цих трьох компонентів конструктивізму можна додати процес самого дискурсу й заяв, що мають вплив на формуванню уявлення про реальність. Те як і якими засобами лідери держав або їх офіційні представники говорять про безпекові заходи, потенційні ризики військового або економічного

характеру не тільки задають майбутні тренди в світовій спільноті, а й активно беруть участь у формуванні різних політичних підходів та практик, які з часом з певною долею ймовірності можуть стати прийнятними та розповсюдженими.

[4, с. 25-46], [5]

Підсумовуючи раніше опрацьований матеріал та проаналізувавши різні джерела інформації, було визначено що конструктивістський підхід в міжнародних відносинах насамперед не заперечує значення реалістичної та ліберальної концепції для світу, а він відкриває новий вимір для аналізу та глибокого дослідження, де фактична увага згаданих концепцій недостатня або повністю відсутня. Ідентичність, норми, інтерсуб'єктивність, відкритий дискурс та мова – все це формує розуміння держав про те, чого вони прагнуть та чого уникають. Ця особливість конструктивізму допомагає осмислити події, які іншим теоріям важко пояснити міжнародному співтовариству. Одночасно відкритість до нових знань для конструктивізму є як позитивним так і негативним. Цей підхід може змістовно пояснити чому відбулись минулі зміни у міжнародних відносинах, але в плані передбачення майбутнього розвитку дій ця модель може поступатись в деяких аспектах іншим теоріям. Зрештою, якщо ви женетесь за найбільшою ефективністю в аналізі та передбаченні можливих сценаріїв в міжнародних відносинах, то тут слід керуватися як конструктивістською скрупульозністю до деталей так і методами характерними для реалізму й лібералізму, щоб через взаємодоповнюваність цих підходів об'єктивно опановувати всі ключові аспекти комплексної реальності світового простору.

Список використаних джерел

1. Rom M., Hidaka M., Bzostek Walker R. Realism, Liberalism, and Constructivism / Mark Rom, Masaki Hidaka, Rachel Bzostek Walker // Introduction to International Relations (Manifold @CUNY). – URL: https://cuny.manifoldapp.org/read/introduction-to-international-relations/section/ceef6ace-0d87-48d1-927c-283247e3d968 (дата звернення: 21.08.2026).
2. Alexander Wendt // Wikipedia. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Alexander_Wendt (дата звернення: 21.08.2026).
3. Alexander Wendt // Model Diplomat. – URL: https://modeldiplomat.com/learn/glossary/alexander-wendt (дата звернення: 21.08.2026).
4. Richter A. The Norm Life Cycle of UN Reform: "Delivering as One and UN System-Wide Coherence" / Annett Richter // Journal of International Organizations Studies. – 2018. – Vol. 8, № 2. – P. 25–46. – URL: https://hal.science/hal-03440908 (дата звернення: 21.08.2026).
5. Constructivism (International Relations) // Wikipedia. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Constructivism_(international_relations) (дата звернення: 21.08.2026).

DOI 10.70286/EOSS-31.08.2026.009.162-166

ДВОРІВНЕВА СУВЕРЕНІЗАЦІЯ КІБЕРПРОСТОРУ: МЕХАНІЗМ ЕКСПОРТУ КИТАЙСЬКОЇ РЕГУЛЯТОРНОЇ МОДЕЛІ У ГЛОБАЛЬНЕ УПРАВЛІННЯ ІНТЕРНЕТОМ

Непочатов Данило Олександрович
аспірант, викладач
Кафедра міжнародних відносин і політичної філософії
Харківський національний економічний
університет імені Семена Кузнеця
м. Харків, Україна

Анотація. У тезах досліджено механізм експорту китайської регуляторної моделі управління кіберпростором через поєднання правового, інституційного, технічного та інфраструктурного вимірів. Обґрунтовано, що КНР просуває концепцію кіберсуверенітету не лише як доктрину внутрішнього контролю, а як інструмент трансформації глобального управління інтернетом. Особливу увагу приділено взаємодії низхідного нормативно-правового вектора та висхідного інфраструктурно-стандартизаційного вектора, які взаємно підсилюють легітимність китайської моделі на міжнародному рівні.

Ключові слова: КНР, кіберсуверенітет, кібердипломатія, глобальне управління інтернетом, технічна стандартизація, «Цифровий шовковий шлях».

Вступ. Актуальність дослідження зумовлена посиленням конкуренції між різними моделями глобального управління інтернетом, у межах якої китайська концепція кіберсуверенітету дедалі активніше пропонується як альтернатива відкритій мультистейкхолдерній моделі. В умовах зростання ролі цифрової інфраструктури, технічних стандартів і міжнародно-правових норм аналіз механізмів поширення цієї моделі є важливим для розуміння сучасних трансформацій кібердипломатії та цифрової геополітики.

Мета та задачі дослідження. Метою дослідження є визначення механізму, за допомогою якого КНР експортує власну регуляторну модель кіберпростору в систему глобального управління інтернетом. Для досягнення цієї мети поставлено такі задачі: простежити еволюцію внутрішньої китайської політики кіберрегулювання; з’ясувати концептуальні відмінності між інформаційним суверенітетом і кіберсуверенітетом; проаналізувати правові та інституційні інструменти просування китайської моделі на міжнародному рівні; охарактеризувати роль технічної стандартизації та цифрової інфраструктури у формуванні залежностей держав-реципієнтів; визначити практичні імплікації цього процесу для України.

Результати дослідження та їх обговорення. Проведений аналіз дає підстави розглядати китайську стратегію суверенізації кіберпростору як дворівневий процес, у якому нормативно-правове оформлення та інфраструктурно-технічне втілення функціонують як взаємопов'язані елементи єдиного механізму.

Полеміку навколо глобального управління інтернетом прийнято зводити до протистояння двох нормативних моделей – мультистейкхолдерної, за якої правила виробляються за участю технічної спільноти, бізнесу та громадянського суспільства, і міжурядової, де єдиним легітимним суб'єктом нормотворчості визнається держава. Така оптика фіксує результат розбіжності, проте залишає поза увагою питання про те, у який спосіб альтернативна модель набуває міжнародної ваги. Пропонована теза полягає в тому, що Пекін оперує не в одному, а у двох регістрах одночасно: низхідному – через міжнародно-правову аргументацію та резолюційну активність, і висхідному – через технічні стандарти, протоколи й фізичну інфраструктуру. Ці вектори не паралельні, а взаємно легітимують один одного: інфраструктурна присутність створює коаліцію держав, готових підтримати нормативну позицію, а нормативні документи, своєю чергою, легалізують уже сформовані технологічні залежності.

Внутрішній контур як полігон нормотворення. Регуляторна траєкторія КНР демонструє послідовність, нетипову для реактивної політики. «Тимчасові положення про управління міжнародним підключенням комп'ютерних інформаційних мереж» (1996) зафіксували принципову настанову: глобальна мережа трактується не як простір вільного доступу, а як зовнішнє середовище, контакт із яким опосередковується державними «пунктами пропуску». Наступного року Міністерство громадської безпеки визначило перелік заборонених категорій онлайн-контенту, а з 1998 р. розпочалося будівництво «Золотого щита», зовнішній контур якого – Великий китайський файрвол почав функціонувати у листопаді 2003 р. Показово, що фільтрація від початку виконувала подвійну функцію: обмежуючи доступ до Google, Facebook і YouTube, вона одночасно формувала протекціоністську нішу для національних платформ.

Другий етап пов'язаний із приходом Сі Цзіньпіна та реакцією на викриття Едварда Сноудена, які продемонстрували вразливість китайської магістральної інфраструктури. Створення у 2014 р. Центральної керівної групи (з 2018 р. – Центральної комісії) з питань кіберпростору під особистим головуванням генерального секретаря ЦК КПК, а також наділення Адміністрації кіберпростору Китаю виключними регуляторними повноваженнями завершили переведення цифрової сфери з режиму технічного адміністрування у режим найвищої національної безпеки. Тріада законодавчих актів — про кібербезпеку (2017), про безпеку даних (2021) та про захист персональної інформації (2021) – перетворила декларативний принцип на систему виконавчих механізмів із виразним екстериторіальним потенціалом. Ключовим для подальшого аналізу є не хронологія як така, а її функція: кожен інструмент попередньо апробується на

аудиторії, що перевищує мільярд користувачів, і лише згодом пропонується зовнішнім партнерам як перевірене практикою рішення.

Концептуальна еволюція. Категоріальний апарат китайського підходу сформувався ще до появи самої доктрини. Гун Веньсян у 1998 р. увів поняття інформаційного суверенітету, прирівнявши несанкціоноване проникнення в національний інформаційний простір до порушення повітряного або морського кордону, та вказав на структурну асиметрію глобальних інформаційних потоків. Ця конструкція мала оборонний характер – вона захищала внутрішнє середовище від зовнішнього впливу. Натомість кіберсуверенітет, остаточно артикульований Сі Цзіньпіном на Всесвітній інтернет-конференції в Учжені (2015) та розгорнутий у Білій книзі про «спільноту зі спільною долею в кіберпросторі», є конструкцією наступальною: вона претендує не на автономію окремого сегмента, а на переформатування самих правил глобального порядку. Перехід від захисту кордону до проєктування архітектури — саме той зсув, що уможливлює експорт моделі.

Низхідний вектор: право. Нормативна складова реалізується передусім на майданчиках ООН. Формат Групи урядових експертів вичерпав себе у 2016–2017 рр., коли Пекін відмовився визнати автоматичну застосовність міжнародного гуманітарного права та права на самооборону до кіберпростору; за офіційною аргументацією про «легалізацію війни в мережі» проглядається прагматичний розрахунок — уникнути правової кваліфікації власних операцій. Ініційована Росією за підтримки КНР Відкрита робоча група (2018) змінила саму механіку переговорів, перенісши їх у середовище, де чисельна перевага держав Глобального Півдня має вирішальне значення; завершення її роботи у липні 2025 р. створенням постійного механізму ООН з кіберпитань закріпило цю перевагу інституційно. Ухвалення Конвенції ООН про кіберзлочинність (2024, відкрита для підписання у жовтні 2025 р.) як альтернативи Будапештській конвенції завершило цикл. Регіональним полігоном попередньої обкатки норм слугувала ШОС, чия угода 2009 р. закріпила розширене трактування інформаційної безпеки, що охоплює не лише технічні загрози, а й соціально-політичну стабільність.

Висхідний вектор: стандарти та інфраструктура. Паралельно доктрина втілюється у технічному шарі. Період головування Чжао Хоуліня в Міжнародному союзі електрозв'язку (2015–2022) супроводжувався тисячами стандартизаційних пропозицій китайських компаній. Найпоказовішим епізодом стала ініціатива «New IP» (2019–2020) – проєкт заміни архітектури TCP/IP, що передбачав можливість відключення окремих користувачів або сегментів на рівні протоколу. Відхилення пропозиції ITU-T у грудні 2020 р. не скасовує її діагностичного значення: ідеться про спробу вбудувати принцип керованості безпосередньо в логічну архітектуру мережі. Інфраструктурним продовженням є «Цифровий шовковий шлях» (з 2015 р.) та експорт рішень класу Safe City, які постачаються в комплекті з телекомунікаційним обладнанням і формують у

країнах-реципієнтах тривалу технологічну залежність, що конвертується у передбачувану дипломатичну підтримку.

Внутрішня суперечність моделі. Риторика рівноправного мультилатералізму співіснує з практикою вибудовування асиметричних відносин: критикуючи «цифрову гегемонію» Заходу, Пекін формує власні інституційні майданчики, просуває єдиний технологічний стандарт через національних постачальників і використовує економічні стимули для консолідації коаліції підтримки. Отже, пропонується не демонтаж ієрархії в управлінні кіберпростором, а заміщення її центру. Ця суперечність є водночас і найвразливішим місцем моделі: держави-реципієнти, які приймають аргумент про рівність суверенітетів, з часом стикаються з обмеженням власної технологічної автономії – залежністю від закритих стандартів, постачальницьких ланцюгів і сервісного обслуговування. Артикуляція саме цього розриву між обіцянкою та наслідком видається продуктивнішою лінією контраргументації, ніж апеляція до універсальних цінностей.

Практичні імплікації для України. По-перше, оцінюючи ініціативи в межах ООН, доцільно враховувати не лише їх текстуальний зміст, а й інфраструктурний контекст голосування держав-учасниць. По-друге, участь у технічній стандартизації (ITU-T, IETF) має розглядатися як самостійний напрям зовнішньої політики, а не як суто інженерна діяльність. По-третє, під час повоєнної відбудови цифрової інфраструктури вибір постачальників доцільно оцінювати з урахуванням довгострокових нормативних наслідків. По-четверте, аргументація на захист відкритої моделі виграє від переорієнтації з ціннісної риторики на демонстрацію практичних витрат фрагментації мережі – саме такий регістр є сприйнятливим для держав, що визначаються з позицією.

Висновки. Таким чином, ефективність китайської кібердипломатії пояснюється не окремими дипломатичними успіхами, а узгодженістю двох різнорівневих вимірів дії. Суверенізація «згори» без інфраструктурної опори залишалася б декларацією, а суверенізація «знизу» без правового оформлення – комерційною експансією. Їх поєднання становить механізм експорту китайської регуляторної моделі, що потребує адекватної аналітичної та політичної відповіді. Для України це означає необхідність уважного поєднання кібердипломатії, участі у технічній стандартизації та стратегічного контролю за вибором цифрових постачальників у процесі післявоєнної відбудови.

Список використаних джерел

1. Agreement on Cooperation in Ensuring International Information Security between the Member States of the Shanghai Cooperation Organization. (2009). SCO. URL: https://eng.sectsco.org/files/207508/207508
2. Bentley, D. (2020). Cyber espionage and international law. International Affairs, 96(2), 527-528. DOI: https://doi.org/10.1093/ia/iiaa042
3. Chandel, S., Jingji, Z., Yunnan, Y., Jingyao, S., Zhipeng, Z. (2019). The Golden Shield Project of China: A Decade Later-An in-Depth Study of the Great Firewall.

International Conference on Cyber-Enabled Distributed Computing and Knowledge Discovery (CyberC), 111-119. DOI: https://doi.org/10.1109/CyberC.2019.00027

4. Chen, X., Gao, X. (2024). Norm diffusion in cyber governance: China as an emerging norm entrepreneur? International Affairs, 100(6), 2419-2440. DOI: https://doi.org/10.1093/ia/iiae237

5. China's Positions on International Rules-making in Cyberspace. (2021). UN. URL: https://documents.unoda.org/wp-content/uploads/2021/12/Chinese-Position-Paper-on-International-Rules-making-in-Cyberspace-ENG.pdf

Section: Journalism

ВЕРИФІКАЦІЯ КОРИСТУВАЦЬКОГО КОНТЕНТУ (UGC) У ЦИФРОВІЙ ЖУРНАЛІСТИЦІ: ПРОФЕСІЙНІ ПРАКТИКИ ТА РИЗИКИ

Суханов Андрій Олександрович
магістр, незалежний дослідник
м. Київ, Україна

Анотація. Досліджено роль користувацького контенту (user-generated content, UGC) у сучасному новинному виробництві та систематизовано основні професійні практики його верифікації. На основі аналізу наукових праць і рекомендацій UNESCO запропоновано чотириетапну модель редакційної перевірки UGC: встановлення походження, контекстуальна перевірка, технічна верифікація та редакційно-етичне рішення. Показано, що оперативність UGC не усуває потреби у незалежному підтвердженні, а автоматизовані інструменти мають доповнювати, а не замінювати професійне судження журналіста.

Ключові слова: UGC, користувацький контент, цифрова журналістика, верифікація, соціальні медіа, дезінформація, OSINT, новинне виробництво.

Вступ

Соціальні платформи перетворили аудиторію з переважно споживача інформації на активного учасника її створення й поширення. Фото, відео, дописи, аудіозаписи та прямі трансляції очевидців можуть з’являтися в інформаційному просторі раніше, ніж на місце події прибуває журналіст. Особливо помітною є роль UGC під час воєн, стихійних лих, терактів, протестів та інших подій із високою новинною цінністю. Дослідження практик роботи журналістів із соціальними медіа показують, що користувацький контент дає доступ до матеріалів із місця події, але одночасно створює ризики помилкової атрибуції, вирваного з контексту контенту, маніпуляцій і навмисної дезінформації [1; 2].

Отже, професійна цінність UGC визначається не самим фактом його оперативної появи, а здатністю редакції встановити походження матеріалу, перевірити його зміст і контекст, оцінити технічні ознаки автентичності та прийняти відповідальне рішення щодо публікації. UNESCO у навчальному посібнику для журналістів виділяє перевірку соціальних медіа та візуального контенту як окрему професійну компетентність і наголошує на необхідності встановлювати першоджерело, перевіряти час та місце створення матеріалу, виключати фейкові облікові записи й дотримуватися етичних та правових вимог до використання UGC [3].

Мета та завдання дослідження

Метою роботи є систематизація ключових ризиків використання UGC у цифровій журналістиці та формування практичної моделі його редакційної

верифікації. Для досягнення мети поставлено такі завдання: визначити професійні можливості та ризики UGC; узагальнити науково обґрунтовані практики перевірки; розмежувати автоматизовані й журналістські компоненти верифікації; запропонувати послідовність дій, придатну для роботи редакції в умовах дефіциту часу.

Матеріали та методи

Методологічну основу становлять аналіз і тематичне узагальнення наукових досліджень із журналістики, присвячених перевірці користувацького та відеоконтенту, а також рекомендацій UNESCO щодо social media verification. Для побудови моделі верифікації застосовано порівняльний підхід: окремі процедури зіставлено за тим, яку проблему вони розв'язують — походження матеріалу, його часово-просторовий контекст, технічну автентичність або редакційно-етичну прийнятність. Робота має концептуально-прикладний характер і не претендує на статистичне вимірювання ефективності окремих інструментів.

Результати дослідження та їх обговорення

Першою перевагою UGC для журналістики є оперативність. Очевидець із мобільним телефоном може зафіксувати подію в момент її розвитку, тоді як редакція отримує можливість оперативно оцінити ситуацію й розпочати перевірку. Під час кризових подій журналісти активно використовують соціальні мережі як джерело фото, відео та свідчень. Водночас аналіз роботи медіа під час брюссельських терактів показав, що процедури пошуку та перевірки UGC у журналістів суттєво відрізнялися, а базові елементи верифікації застосовувалися непослідовно [1]. Саме тому швидкість отримання матеріалу не може ототожнюватися з його готовністю до публікації.

Другий аспект — ризик втрати контексту. Навіть автентичне фото або відео може вводити аудиторію в оману, якщо воно зроблене в іншому місці, в інший час або стосується іншої події. Для журналіста принципово важливо розмежовувати дві різні перевірки: чи є файл справжнім і чи правильно описано те, що він демонструє. UNESCO рекомендує встановлювати оригінальне джерело цифрового матеріалу, перевіряти автора, час створення чи завантаження, геолокацію та зв'язок візуальних ознак із заявленою подією [3]. Отже, верифікація є не однією технічною операцією, а сукупністю взаємопов'язаних перевірок.

Третій аспект пов'язаний із технологізацією верифікації. Сучасний журналіст може використовувати зворотний пошук зображень, архіви вебсторінок, картографічні сервіси, супутникові знімки, аналіз метаданих, покадровий перегляд відео та інші інструменти OSINT. Дослідження перевірки новинного відеоконтенту показало значення онлайн-контексту та користь напівавтоматизованих систем, які подають журналісту набір верифікаційних сигналів [4]. Проте дослідники окремо звертають увагу на небажання журналістів покладатися лише на один автоматизований сервіс перевірки [5]. Таким чином, технологічний інструмент слід розглядати як засіб отримання додаткового доказу, а не як остаточного арбітра достовірності.

Четвертий аспект — вплив верифікації на довіру. Експериментальне дослідження інтеграції UGC в онлайн-журналістику засвідчило, що сам факт використання користувацького матеріалу не підвищує довіру до журналістського тексту. Натомість перевірка UGC може позитивно впливати на сприйняття надійності матеріалу [6]. Це важливий професійний висновок: редакції мають не просто використовувати контент очевидців, а демонструвати або принаймні забезпечувати процедуру його підтвердження.

На основі розглянутих підходів пропонується чотириетапна модель редакційної верифікації UGC. Перший етап — встановлення походження. Журналіст має визначити, хто першим опублікував матеріал, чи має автор реальний зв'язок із подією, чи не є акаунт копією або автоматизованим профілем, а також спробувати встановити прямий контакт із джерелом. Якщо контент багаторазово перепублікований, кількість репостів не створює незалежного підтвердження: необхідно відновити ланцюг до максимально ранньої доступної публікації.

Другий етап — контекстуальна перевірка. Він передбачає зіставлення заявленого часу й місця з видимими ознаками матеріалу: географічними об'єктами, дорожніми знаками, погодою, освітленням, тінями, звуками, мовою, одягом, транспортом, деталями інфраструктури. Паралельно слід шукати незалежні повідомлення очевидців, офіційні дані та інші матеріали з тієї самої події. Завдання полягає не в тому, щоб знайти багато публікацій з однаковим твердженням, а в тому, щоб знайти незалежні свідчення різного походження.

Третій етап — технічна верифікація. До нього належать зворотний пошук кадрів, перевірка попередніх поява зображення, аналіз монтажних аномалій, метаданих, кадрів відео та цифрових слідів. У цьому блоці можуть застосовуватися автоматизовані або засновані на штучному інтелекті інструменти, однак їхній результат має інтерпретуватися разом з іншими доказами. Огляд досліджень візуального UGC підкреслює, що перевірка такого контенту є складним завданням і потребує поєднання журналістської експертизи з методами мультимедійної криміналістики [4].

Четвертий етап — редакційно-етичне рішення. Навіть підтверджений контент не завжди має бути оприлюднений. Редакція повинна оцінити суспільний інтерес, можливу шкоду, приватність, безпеку автора й інших осіб, потребу отримати дозвіл на використання та коректно вказати авторство. У матеріалах із місця бойових дій додаткового значення набуває ризик розкриття чутливої інформації про місцезнаходження людей або об'єктів. Таким чином, достовірність є необхідною, але не єдиною умовою публікації.

Запропонована модель дозволяє розмежувати поняття «перевірено технічно» і «готово до редакційної публікації». На практиці ці процеси можуть відбуватися паралельно, особливо під час breaking news. Якщо повна верифікація ще не завершена, журналіст має або утриматися від категоричного твердження, або прозоро позначити межі встановленого знання. Це безпосередньо пов'язує роботу з UGC із ширшими професійними стандартами точності, підзвітності та прозорості.

Окремою проблемою є поява синтетичного аудіовізуального контенту. Генеративні технології ускладнюють початкову оцінку правдоподібності фото, відео й аудіо, тому редакції дедалі більше потребують процедур, у яких технологічний аналіз поєднується з перевіркою першоджерела і незалежним підтвердженням. Водночас надмірна довіра до автоматичного детектора створює новий ризик: помилкове рішення алгоритму може бути сприйняте як доказ. Тому принцип human oversight залишається критично важливим і для верифікації UGC.

Висновки

UGC став важливим джерелом оперативної інформації для цифрової журналістики, але його цінність прямо залежить від якості редакційної верифікації. Основними ризиками є хибна атрибуція, втрата контексту, повторне використання старого контенту, маніпуляції, синтетичні матеріали та етичні порушення.

Запропонована чотириетапна модель — встановлення походження, контекстуальна перевірка, технічна верифікація та редакційно-етичне рішення — дозволяє структурувати роботу журналіста з користувацьким контентом. Автоматизовані й OSINT-інструменти здатні пришвидшити пошук доказів, однак не усувають потреби у професійному судженні та незалежному підтвердженні. Отже, технології розширюють можливості редакції, але остаточна відповідальність за достовірність і наслідки публікації залишається за журналістом та редакцією.

Список використаних джерел

1. Rauchfleisch A., Artho X., Metag J., Post S., Schäfer M. S. How journalists verify user-generated content during terrorist crises: Analyzing Twitter communication during the Brussels attacks // Social Media + Society. – 2017. – Vol. 3, No. 3. – DOI: https://doi.org/10.1177/2056305117717888.
2. Middleton S., Papadopoulos S., Kompatsiaris Y. Social computing for verifying social media content in breaking news // IEEE Internet Computing. – 2018. – Vol. 22, No. 2. – P. 83–89. – DOI: https://doi.org/10.1109/MIC.2018.112102235.
3. Ireton C., Posetti J. (eds.). Journalism, “Fake News” & Disinformation: Handbook for Journalism Education and Training. – Paris: UNESCO, 2018. – 128 p. – URL: https://www.unesco.org/en/articles/journalism-fake-news-disinformation (дата звернення: 24.08.2026).
4. Andreadou K. et al. Verification of News Video Content: Findings from a Study of Journalism Students // Journalism Practice. – 2023. – Vol. 17, No. 5. – P. 1068–1097. – DOI: https://doi.org/10.1080/17512786.2021.1965905.
5. Brandtzaeg P. B., Følstad A., Chaparro Domínguez M. Á. How Journalists and Social Media Users Perceive Online Fact-Checking and Verification Services // Journalism Practice. – 2018. – Vol. 12, No. 9. – P. 1109–1129. – DOI: https://doi.org/10.1080/17512786.2017.1363657.
6. Grosser K. M., Hase V., Wintterlin F. Trustworthy or Shady? Exploring the influence of verifying and visualizing user-generated content (UGC) on online journalism’s trustworthiness // Journalism Studies. – 2019. – Vol. 20, No. 4. – P. 500–522. – DOI: https://doi.org/10.1080/1461670X.2017.1392255.

Section: Jurisprudence

DOI 10.70286/EOSS-31.08.2026.010.171-175

МЕТОДОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ДО ОЦІНКИ РИНКОВОЇ ВАРТОСТІ ПАРФУМЕРНОЇ ПРОДУКЦІЇ З ОЗНАКАМИ ЧАСТКОВОГО ВИКОРИСТАННЯ (РОЗПОЧАТИХ ФЛАКОНІВ)

Сирота Олександр
завідувач відділу
Відділ товарознавчих та гемологічних досліджень
Миколаївський науково-дослідний експертно-криміналістичний
центр МВС України, Україна

Анотація. У статті розроблено та теоретично обґрунтовано зрозумілу методику визначення справедливої ринкової вартості парфумерних виробів, що перебувають в обігу на вторинному ринку у стані часткового використання. Запропоновано логічну модель оцінки, яка базується на поєднанні початкової ціни товару з урахуванням його фізичного стану (наявність коробки, кришки, дефекти скла) та специфічних ринкових чинників (статус раритету, умови зберігання). У практичній частині роботи наведено деталізовані та доступні приклади покрокових розрахунків для сегментів комерційного люксу та колекційної нішевої парфумерії.

Ключові слова: ринкова вартість, вторинний ринок парфумерії, оцінка залишку, коефіцієнт уцінки, зважування флакона, деградація аромату, біжутерія та парфуми.

Вступ. Сучасний ринок парфумерії демонструє стрімкі темпи розвитку. Проте, поряд із покупкою нових ароматів у фірмових магазинах, величезної популярності набув вторинний ринок обігу парфумів (платформи оголошень, ресейл-майданчики, тематичні інтернет-аукціони). Специфічною особливістю цього ринку є те, що більшість лотів продаються як «розпочаті парфуми», «флакони із залишком» або «відпитки».

Оцінка вартості таких об'єктів часто викликає суперечки між продавцями та покупцями. Об'єм рідини у непрозорих флаконах неможливо визначити «на око», а сам аромат через неправильне зберігання може з часом псуватися. Відсутність простої та зрозумілої методики оцінки розпочатих парфумів створює ризики як для покупців (які переплачують за зіпсований товар), так і для продавців. Таким чином, виникає потреба у створенні прозорого та доступного алгоритму оцінки, який не потребує складних математичних знань і може бути використаний будь-яким учасником ринку.

Мета та задачі дослідження. Метою статті є розробка та демонстрація простого покрокового алгоритму розрахунку ринкової вартості розпочатих парфумерних виробів на основі точного визначення ваги рідини, зовнішнього стану флакона та його рідкості на ринку.

Для досягнення поставленої мети вирішено такі задачі:

1. Описати доступний спосіб визначення точного залишку парфумів без пошкодження розпилювача.

2. Виокремити й класифікувати головні фактори, які знижують вартість розпочатого флакона (відсутність кришки, коробки тощо).

3. Розглянути чинники, які, навпаки, підвищують цінність залишку аромату (наприклад, якщо він знятий з виробництва).

4. Показати життєві та зрозумілі приклади розрахунків на практиці.

Результати дослідження. Методика розрахунку запозичує підходи, які використовують сертифіковані оцінювачі та судові експерти під час визначення вартості вживаних товарів:

- Витратний підхід (метод чистої вартості): Пропорційне ділення ціни одиниці товару на його об'єм (визначення вартості 1 мл).

- Поправка на перехід на вторинний ринок: У класичній оцінці це називається «економічним знеціненням» або знижкою за втрату товарного вигляду. Як тільки річ переходить у статус бувшого у використанні, до ціни нового аналога застосовується знижувальний коефіцієнт (в середньому від 20% до 50% залежно від категорії товару).

- Оцінка комплектності: Знос упаковки, відсутність деталей (у цьому випадку кришки чи коробки) безпосередньо впливають на підсумкову ринкову вартість у межах експертної оцінки стану.

І. Методологія визначення фактичного об'єму рідини**.**

Першим і найважливішим кроком є визначення того, скільки саме мілілітрів парфумів залишилося у флаконі. Оскільки відкривати розпилювач не можна (всередину потрапить повітря, і парфуми швидко зіпсуються), найкращим способом є звичайне зважування. Для цього знадобляться точні кухонні або ювелірні ваги.

Процес розрахунку складається з трьох простих кроків:

1. Дізнаємося масу самої рідини. Для цього потрібно зважити розпочатий флакон і відняти від отриманого числа вагу точно такого ж, але повністю порожнього флакона. Інформацію про вагу порожніх флаконів (тару) можна легко знайти на спеціалізованих форумах парфумерних колекціонерів.

2. Враховуємо щільність парфумів. Парфумерна рідина складається зі спирту та ароматичних олій, тому вона легша за воду. Якщо 1 грам води — це рівно 1 мілілітр, то для парфумів діє інше правило: в середньому 1 мілілітр рідини важить близько 0.85 грама [1].

3. Переводимо грами в мілілітри. Щоб дізнатися точний залишок у мілілітрах, потрібно чисту вагу рідини розділити на коефіцієнт щільності 0.85.

Наприклад: якщо чиста вага рідини у флаконі становить 51 грам, то ділимо 51 на 0.85 і отримуємо рівно 60 мілілітрів залишку.

ІІ. Фактори ціноутворення та логіка оцінки.

Базова вартість залишку розраховується дуже просто: береться ціна нового флакона в магазині й ділиться пропорційно до кількості залишених мілілітрів. Проте розпочатий флакон уже не є новим товаром, тому його ціна має коригуватися під впливом кількох важливих факторів.

1. Зовнішній стан та комплектація.

Будь-яка втрата оригінального пакування знижує ціну виробу. Експерт має застосовувати такі знижки (дисконти) від базової вартості:

- Відсутність оригінальної коробки: знижує вартість на 10–15%. Для дорогих нішевих брендів, де коробка є витвором мистецтва, знижка може сягати 20%.

- Відсутність кришки (ковпачка): це серйозний дефект, оскільки без кришки парфуми виглядають неестетично і розпилювач може випадково натиснутися під час пересилання. Знижка становить 15–25%.

- Подряпини, сколи скла або пошкодження коду (батч-коду) на дні: знижують ціну ще на 5–20%.

2. Ринковий статус аромату (Рідкість).

Це фактор, який може як знизити, так і суттєво підвищити вартість парфумів:

- Регулярний випуск: якщо парфуми можна спокійно купити в будь-якому магазині, розпочатий флакон автоматично втрачає в ціні додаткові 10–20% просто за факт того, що ним уже хтось користувався.

- Знятий з виробництва аромат: якщо бренд припинив випуск цього аромату, його цінність стрімко зростає. Поціновувачі готові переплачувати, тому за статус рідкості додається націнка від +20% до +100% (ціна може зрости вдвічі).

- Нішеву парфумерію випускають лише лімітованими партіями. За деякими композиціями покупцям навіть доводиться ставати в чергу і чекати надходження запаху в парфумерні бутики. Така ексклюзивність обумовлена малими обсягами виробництва, кількістю витрачених зусиль і особливістю сировини. До популярних слід віднести такі парфумерні бренди як Tom Ford, Gritti, Guerlain, Montale, Kilian, Penhaligon’s, Jo Malone, Zarkoperfume, Attar Collection, Franck Boclet. До лімітованої лінійки брендів, які відомі нам за категорією люкс: Chanel, Trussardi, Giorgio Armani та ін.

3. Термін та умови зберігання

Парфуми можуть зберігатися десятиліттями, якщо вони стоять у темному і прохолодному місці. Проте, якщо флакон зберігали на сонці або у вологій ванній кімнаті, аромат починає «бити» спиртом або втрачає початкові ноти. Якщо під час перевірки відчувається зміна запаху чи з'явився осад, виріб втрачає від 15% до 50% своєї вартості [2].

ІІІ. Практичні приклади розрахунків.

Розглянемо два наочні приклади, як працює ця система у реальному житті.

Приклад 1. Звичайні сучасні парфуми без коробки Chanel Bleu de Chanel.

Вихідні умови:

- Новий флакон у магазині коштує 5200 грн за 100 мл.

- Ми зважили флакон, відняли вагу скла і з'ясували, що чистої рідини там залишилося на 64.7 мл.

- Стан: оригінальна коробка втрачена (мінус 15%), але кришка на місці. Сам аромат звучить чудово, дефектів немає.

- Статус: парфуми вільно продаються в магазинах, тому діє стандартна уцінка за «вживаність» (мінус 10%).

Покроковий розрахунок вартості:

1. Базова ціна за мілілітри: якщо 100 мл коштують 5200 грн, то 64.7 мл коштують пропорційно 3364 грн.

2. Уцінка за відсутність коробки: віднімаємо 15% від базової ціни: 3364 - 504 = 2860 грн.

3. Уцінка за вживаність на ринку: віднімаємо ще 10% за те, що флакон розпочато: 2860 - 286 = 2574 грн.

4. Корекція на час: парфумам всього два роки, вони свіжі, тому робимо символічну уцінку на вік (близько 10%).

Кінцева справедлива ціна: близько 2320 грн. Це сума, за яку флакон швидко знайде покупця.

Приклад 2. Рідкісний аромат, знятий з виробництва Tom Ford Amber Absolute.

Вихідні умови:

- Номінальний об'єм нового флакона становив 50 мл. Оскільки аромат більше не випускається, його повний збережений оригінал на ринку раритетів оцінюють у 12000 грн.

- Шляхом зважування ми визначили, що у флаконі залишилося трохи більше половини — 35.3 мл.

- Стан: ідеальний, є і рідна коробка, і кришка, скло без жодної подряпини.

- Статус: аромат є легендарним раритетом, тому діє колекційна націнка преміум-класу (+ 40%).

Покроковий розрахунок вартості:

1. Базова ціна за мілілітри: ділимо 12000 грн на 50 мл і множимо на залишок 35.3 мл. Отримуємо 8470 грн.

2. Додаємо націнку за рідкість: оскільки флакон у повному комплекті, а знайти такий аромат майже неможливо, додаємо 40% колекційної премії: 8470 + 3388 = 11858 грн.

3. Враховуємо вік: флакону вже 8 років. Попри ідеальний стан, парфуми не нові, тому застосовуємо підсумкову часову знижку на ймовірні ризики (близько 15%).

Кінцева справедлива ціна: близько 10090 грн. Завдяки унікальності, ціна залишку виявилася навіть вищою за базову вартість мілілітрів.

Висновки. Оцінка вартості розпочатих парфумів не повинна бути випадковою. Справедлива ціна завжди складається із трьох чинників: точного об'єму залишку, комплектації флакона та його дефіцитності на ринку.

Метод зважування є найпростішим і найбезпечнішим способом дізнатися кількість мілілітрів без ризику зіпсувати або пролити парфуми. При розрахунках важливо пам'ятати, що парфумерна рідина легша за воду.

Розроблена покрокова методика є універсальною. Вона допомагає звичайним покупцям та продавцям швидко й без складних математичних формул знайти компромісну ціну: вона чесно знижує вартість вживаного мас-маркету і захищає високу цінність колекційних та вінтажних ароматів.

Список використаних джерел

1. Домарецький В. А., Прибылский В. Л., Михайлов М. Г. Технологія екстрактів, ефірних олій та парфумерно-косметичних виробів : підручник. Київ : Нова Книга, 2017. 408 с.
2. Товарознавча експертиза парфумерно-косметичних товарів : метод. вказівки / уклад. Т. М. Пономарьова. Харків : ХДУХТ, 2019. 65 с.

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ В ДІЯЛЬНОСТІ ПРАВООХОРОННИХ ОРГАНІВ ТА СУДІВ

Коваленко Лариса
д.ю.н., професор
Джафаров Давид
аспірант
Волчанський Артур
аспірант
Арнаутова Анастасія
аспірантка
Кафедра адміністративного права та адміністративної діяльності
Національний юридичний університет
імені Ярослава Мудрого, Україна

Сучасний світ переживає стрімкий розвиток цифрових технологій, серед яких штучний інтелект (ШІ) займає провідне місце як одна з найбільш революційних інновацій XXI століття. Впровадження технологій штучного інтелекту в систему національних судів стає питанням забезпечення ефективності, прозорості та якості розгляду справ.

Штучний інтелект є досить поширеним засобом застосування в різних сферах суспільства. Сфера судочинства не є виключенням. Цифрові технології стрімко розвиваються, але в Україні досі відсутній нормативно-правовий механізм чіткого врегулювання порядку, меж та умов застосування ШІ в царинах

судочинства. Нині наявні законодавчі акти не окреслюють чітких меж відповідальності суддів при їх використанні та не містять вимог щодо прозорості алгоритмів. Проте, штучний інтелект є допустимою, як встановлено законом, цифровою технологією за дотриманням певних умов.

В умовах глобалізації та цифрової трансформації суспільства традиційні підходи до діяльності судів потребують кардинального переосмислення[1]. Штучний інтелект як загальноцільова технологія несе в собі як виклики, так і нові підходи до публічної політики. Штучний інтелект значно полегшує роботу судових установ, але не являється самостійним джерелом оцінки доказів та не може брати участі у формуванні остаточного судового рішення.

Актуальність дослідження зумовлена стрімким розвитком технологій штучного інтелекту та поступовим впровадженням у правову сферу, що створює нові можливості для підвищення ефективності, доступності та прозорості здійснення судочинства. В теперішній час суди вже застосовують штучний інтелект як інструмент автоматизації. Звідси доцільно вважати, що штучний інтелект швидше розвивається саме на практиці, ніж на нормативному рівні. Деякі питання залишаються невизначеними, зокрема надійність та алгоритмічна прозорість, що створює ризики для дотримання принципів справедливого судочинства (незалежність судді, неупередженість рішень та захист персональних даних). Дослідження правових, етичних і технічних аспектів інтеграції штучного інтелекту в роботу національних судів набуває особливої важливості та є необхідним для зміцнення стабільності судової системи та підвищення рівня довіри до правосуддя.

Ключовими факторами успішного розвитку ШІ в діяльність національних судів України є: розвиток відповідної інфраструктури, створення забезпечення інвестицій у дослідження і розробки та формування довіри громадян до нових технологій судочинства[2].

Отже, впровадження штучного інтелекту в судочинство має здійснюватися поступово, з дотриманням принципів законності, підконтрольності людині, безпеки та етичної відповідальності.

По-перше, штучний інтелект представляє значний потенціал для трансформації системи публічного адміністрування судів, пропонуючи інструменти для підвищення ефективності, прозорості та якості судових актів. Автоматизація рутинних процесів, покращення аналітичних можливостей та персоналізація взаємодії з громадянами є ключовими перевагами впровадження ШІ технологій.

По-друге, успішне впровадження ШІ в діяльність національних судів вимагає комплексного підходу, який включає розробку відповідної нормативно-правової бази, інвестиції в технологічну інфраструктуру та людський капітал, а також забезпечення етичних стандартів використання технологій.

По-третє, виклики та ризики, пов'язані з використанням ШІ, є значними і вимагають серйозної уваги. Етичні дилеми, технологічні ризики, соціальні наслідки та правові питання потребують системного вирішення для забезпечення відповідального та ефективного використання технологій в судочинстві.

Список використаних джерел

1. Кодекс суддівської етики України : затверджено З'їздом суддів України 22.02.2013 р. – URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/n0001415-13.
2. Про схвалення Концепції розвитку штучного інтелекту в Україні : розпорядження КМУ від 2 груд. 2020 р. № 1556-р. – URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-2020-%D1%80#Text.

DOI 10.70286/EOSS-31.08.2026.011.177-181

ДІПФЕЙКИ ТА СИНТЕТИЧНИЙ КОНТЕНТ: ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ПРАВОВОГО РЕГУЛЮВАННЯ

Урбан Володимир Анатолійович
незалежний дослідник, підприємець
Україна

Стрімкий розвиток генеративного штучного інтелекту змінив саме уявлення про достовірність цифрової інформації. Сучасні технології дозволяють створювати реалістичні зображення, аудіо та відео, які імітують зовнішність, голос або поведінку конкретної особи й можуть сприйматися як справжні. Такий контент має значний творчий, освітній і комерційний потенціал, однак водночас створює новий тип правового ризику: шкода може виникати не через незаконне отримання реальної інформації, а через створення переконливої цифрової події, якої фактично ніколи не існувало.

Поняття діпфейку доцільно відмежовувати від будь-якого матеріалу, створеного за допомогою штучного інтелекту. У Регламенті (ЄС) 2024/1689 deep fake визначається як створений або змінений за допомогою ШІ контент у формі зображення, аудіо чи відео, який нагадує існуючих осіб, об'єкти, місця або події та може хибно сприйматися як автентичний або правдивий [1]. Отже, юридично значущою ознакою є не саме використання ШІ, а здатність синтетичного матеріалу створювати переконливе уявлення про реальність. Саме ця властивість відрізняє діпфейк від звичайної цифрової творчості та пояснює потребу у спеціальному правовому підході.

Фундаментальна проблема полягає в тому, що діпфейк одночасно може зачіпати декілька охоронюваних законом інтересів. Імітація зовнішності або голосу здатна втручатися у приватність і персональну автономію; неправдиве приписування висловлювань або дій може завдавати шкоди честі, гідності та діловій репутації; використання синтетичного образу для введення іншої особи в оману може набувати ознак шахрайської поведінки. У публічній сфері той самий механізм здатний впливати на інформаційну безпеку, суспільну довіру та

формування громадської думки. Тому діпфейки складно охопити однією традиційною галуззю права: проблема знаходиться на перетині захисту особистих немайнових прав, інформаційного права, відповідальності за правопорушення та регулювання цифрових платформ.

Особливої уваги потребує право людини на контроль над власною цифровою ідентичністю. У цифровому середовищі зовнішність, голос, манера мовлення та інші індивідуальні ознаки стають ресурсом, який може бути відтворений без фізичної участі самої особи. Навіть якщо синтетичний матеріал чітко позначений як створений штучним інтелектом, він може формувати небажану асоціацію між реальною людиною та поведінкою, висловлюванням або комерційним повідомленням, яких вона ніколи не здійснювала. Це свідчить про те, що правовий захист не може обмежуватися лише боротьбою з обманом аудиторії. Необхідно також враховувати інтерес особи у збереженні контролю над використанням її цифрового образу.

Ще одна особливість діпфейків пов’язана з масштабом і швидкістю поширення. Традиційні засоби судового захисту переважно діють після встановлення факту порушення, тоді як цифровий матеріал може бути скопійований і поширений на великій кількості ресурсів протягом короткого часу. Через це формально ефективний спосіб захисту може виявитися практично запізнілим. Дослідження діпфейків показують, що їх негативний вплив пов’язаний не лише з безпосередньою шкодою конкретній особі, а й з ширшим зниженням довіри до інформації та цифрових комунікацій [2]. Отже, правове регулювання має включати не тільки компенсаційні, а й превентивні та оперативні механізми.

Важливо розрізняти сам факт створення синтетичного матеріалу та його протиправне використання. Повна заборона технології була б непропорційною, оскільки ті самі засоби можуть застосовуватися у кінематографі, освіті, мистецтві, перекладі, доступності та інших суспільно корисних цілях. Вирішальне значення мають контекст, мета, спосіб поширення, наявність згоди особи, можливість введення аудиторії в оману та характер завданої або потенційної шкоди. Саме тому перспективним є ризик-орієнтований підхід, за якого більш суворі вимоги пов’язуються не з технологією як такою, а з конкретними способами її застосування.

Окремою фундаментальною проблемою є поступова ерозія доказової цінності аудіовізуальної інформації. Тривалий час фотографія, аудіозапис або відео сприймалися як особливо переконливе підтвердження події. Поширення діпфейків змінює цю презумпцію: синтетичний матеріал може бути прийнятий за справжній, а справжній запис, навпаки, може бути оголошений підробкою. У науковій літературі цей другий ефект описується як «дивіденд брехуна» — можливість заперечувати достовірну інформацію, посилаючись на сам факт існування технологій переконливої підробки [3]. Для права це означає зростання значення процедур автентифікації, походження файлів, метаданих та інших технічних способів перевірки цифрових доказів.

Однак покладатися лише на технології виявлення підробок недостатньо. Генеративні системи та засоби детекції розвиваються паралельно, тому постійне технічне «змагання» не гарантує остаточного рішення. Більш стійким підходом є поєднання виявлення з механізмами підтвердження походження контенту: цифровими підписами, захищеними метаданими, машинозчитуваним маркуванням та іншими засобами простежуваності. Вимоги щодо прозорості AI-generated content уже знаходять відображення у сучасному регулюванні. Проте маркування має розглядатися як елемент системи захисту, а не як універсальний засіб: позначений синтетичний матеріал також може порушувати права людини або використовуватися зі шкідливою метою.

Складним залишається питання розподілу юридичної відповідальності. У створенні та поширенні одного діпфейку можуть брати участь розробник базової моделі, оператор сервісу, користувач, який сформував конкретний матеріал, і платформа, через яку він став доступним широкій аудиторії. Автоматичне покладення однакової відповідальності на всіх цих суб'єктів не враховує різницю між їхньою фактичною роллю та можливістю запобігти шкоді. Обґрунтованішою є модель функціональної відповідальності: той, хто створює ризик, свідомо використовує технологію для порушення прав або має реальну можливість припинити поширення очевидно шкідливого матеріалу, повинен нести відповідні обов'язки в межах своєї ролі.

Особлива роль у цій системі належить цифровим платформам. Саме вони часто визначають швидкість і масштаб поширення контенту, а тому можуть бути технічно здатними реагувати швидше, ніж суд або інший державний орган. Водночас обов'язок оперативного реагування не повинен перетворювати приватну модерацію на неконтрольовану цензуру. Процедури видалення або обмеження доступу мають бути прозорими, передбачати достатнє обґрунтування та можливість оскарження. Для очевидно шкідливих випадків швидкість реагування має особливе значення, але для сатири, мистецтва, журналістики та суспільно важливого контенту необхідний більш обережний підхід.

Проблема діпфейків безпосередньо пов'язана з фундаментальними правами, тому регулювання повинно зберігати баланс між захистом людини та свободою вираження поглядів. Рамкова конвенція Ради Європи про штучний інтелект, права людини, демократію та верховенство права закріплює загальний підхід, за яким заходи щодо ШІ мають враховувати людську гідність, автономію, приватність, прозорість, відповідальність і цілісність демократичних процесів [4]. Така логіка є особливо придатною для діпфейків: одна й та сама технологія може бути інструментом творчості або інструментом маніпуляції, тому правова оцінка повинна залежати від реального впливу на права та законні інтереси.

Не менш важливим є принцип людської відповідальності за використання систем штучного інтелекту. Рекомендація ЮНЕСКО з етики штучного інтелекту виходить із необхідності захисту людської гідності, прозорості, підзвітності та людського нагляду [5]. Для регулювання діпфейків це означає, що посилання на автономність або технічну складність алгоритму не повинно усувати

відповідальність осіб і організацій, які приймають рішення про його застосування. Штучний інтелект є засобом створення контенту, але юридично значущі рішення щодо мети, поширення та використання результату залишаються пов'язаними з людською або організаційною поведінкою.

Емпіричні дослідження також підтверджують, що шкода від діпфейків не обмежується одним типом правопорушення. Вона може проявлятися у введенні в оману, репутаційних наслідках, фінансових рішеннях, психологічному дискомфорті та загальному зниженні довіри до медіа [6]. Це підсилює потребу у комплексному правовому підході. Ефективна модель має поєднувати прозорість походження синтетичного контенту, захист цифрової ідентичності, пропорційний розподіл відповідальності, швидкі процедури реагування платформ, технічну автентифікацію та доступні юридичні засоби захисту. Водночас вона повинна залишати простір для законного творчого, наукового, освітнього та сатиричного використання технології.

Таким чином, фундаментальна правова проблема діпфейків полягає не у появі нового різновиду цифрового файла, а у зміні співвідношення між реальністю, доказом та довірою. Синтетичний контент здатний створити переконливу версію події, яка не відбулася, або поставити під сумнів подію, що відбулася насправді. Тому регулювання має бути спрямоване не на заборону самої технології, а на управління ризиками її використання. Найбільш стійкою видається багаторівнева модель, що поєднує захист фундаментальних прав, простежуваність походження контенту, відповідальність за свідоме зловживання, оперативні механізми припинення шкоди та гарантії свободи вираження. Саме такий підхід дозволяє одночасно реагувати на нові форми цифрової маніпуляції та не блокувати суспільно корисний розвиток генеративного штучного інтелекту.

Список використаних джерел

1. Regulation (EU) 2024/1689 of the European Parliament and of the Council of 13 June 2024 laying down harmonised rules on artificial intelligence (Artificial Intelligence Act). URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1689/oj (дата звернення: 26.08.2026).
2. Alanazi S., Asif S., Caird-daley A. et al. Unmasking deepfakes: a multidisciplinary examination of social impacts and regulatory responses. Human-Intelligent Systems Integration. 2025. Vol. 7. P. 131–153. DOI: https://doi.org/10.1007/s42454-025-00060-4.
3. Chesney B., Citron D. K. Deep Fakes: A Looming Challenge for Privacy, Democracy, and National Security. California Law Review. 2019. Vol. 107, No. 6. P. 1753–1820. DOI: https://doi.org/10.15779/Z38RV0D15J.
4. Council of Europe Framework Convention on Artificial Intelligence and Human Rights, Democracy and the Rule of Law (CETS No. 225), 05.09.2024. URL: https://rm.coe.int/1680afae3c (дата звернення: 26.08.2026).

5. UNESCO. Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence, 23.11.2021. URL: https://www.unesco.org/en/legal-affairs/recommendation-ethics-artificial-intelligence (дата звернення: 26.08.2026).
6. Diel A., Lalgi T., Mellis F. S. et al. The harm of deepfakes: a scoping review of deepfakes' negative effects on human mind and behavior. AI & Society. 2026. Vol. 41. P. 5971–5987. DOI: https://doi.org/10.1007/s00146-025-02774-0.

ІНФОРМАЦІЙНА БЕЗБАР'ЄРНІСТЬ ЯК СКЛАДОВА СУЧАСНОГО РОЗВИТКУ ДЕРЖАВИ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ТА ВІЙНИ

Ярема Оксана
завідувач кафедри адміністративно-правових
дисциплін ННІППБ
кандидат юридичних наук, доцент
Львівський державний університет
внутрішніх справ, Україна

Необхідність створення безбар'єрного середовища підкреслена на рівні законодавства ЄС загалом (Директиви та Регламенти), а також на рівні кожної окремої європейської країни (Стратегічні Програми та Плани розвитку). В Україні цей процес у правовому полі вже запущено, що, безперечно, є великим плюсом для подальшої розбудови справедливого середовища, доступного для всіх [1, с.90].

Сучасний етап розвитку держави характеризується стрімкою цифровізацією суспільства, активним упровадженням електронних державних послуг, розвитком інформаційних технологій та постійним зростанням ролі інформації в житті людини. Сьогодні доступ до інформації є не просто зручністю, а однією з основних умов реалізації громадянином своїх прав і свобод. Від можливості своєчасно отримати необхідну та зрозумілу інформацію залежить доступ людини до освіти, медичної та соціальної допомоги, працевлаштування, адміністративних послуг, участі у суспільному та політичному житті.

Особливої актуальності проблема інформаційної безбар'єрності набула в Україні в умовах повномасштабної війни. Воєнні дії, вимушене переміщення населення, пошкодження інфраструктури, перебої з електропостачанням та зв'язком, поширення дезінформації й інформаційно-психологічних впливів створюють додаткові перешкоди для доступу громадян до достовірної інформації. У таких умовах інформаційна безбар'єрність перетворюється з питання соціальної зручності на важливий елемент національної безпеки та стійкості держави.

Україна визначила створення безбар'єрного середовища одним із напрямів державної політики. Національна стратегія із створення безбар'єрного простору до 2030 року охоплює, зокрема, інформаційну та цифрову безбар'єрність і передбачає забезпечення рівних можливостей для всіх суспільних груп. У 2025 році Стратегію було оновлено з урахуванням сучасних викликів, а також затверджено план заходів на 2025–2026 роки [2].

Інформаційна безбар'єрність передбачає створення таких умов, за яких кожна людина може безперешкодно отримувати, сприймати, розуміти та використовувати інформацію незалежно від віку, стану здоров'я, інвалідності, місця проживання, соціального становища чи інших індивідуальних особливостей.

Важливо розуміти, що інформаційна доступність не обмежується лише можливістю зайти на певний вебсайт або прочитати повідомлення. Інформація повинна бути не лише доступною технічно, а й зрозумілою та придатною для використання. Наприклад, людина з порушенням зору може потребувати можливості користуватися програмою екранного доступу, людина з порушенням слуху – субтитрів, а людина з когнітивними порушеннями – спрощеного й структурованого викладу матеріалу.

Національна стратегія України передбачає підвищення доступності публічної інформації, створення стандартів інформаційної доступності та розвиток контенту в різних форматах. Окремо наголошується на необхідності забезпечення доступу до інформації під час оповіщення, евакуації та поширення відомостей про мінну небезпеку [2].

Отже, інформаційна безбар'єрність є комплексним поняттям, яке охоплює технічну, мовну, фізичну, цифрову та когнітивну доступність інформації.

Однією з найбільш актуальних проблем інформаційної безбар'єрності в Україні є цифрова нерівність. Держава активно переводить адміністративні та соціальні послуги в електронний формат, що значно спрощує взаємодію з державними установами для багатьох громадян. Водночас частина населення не має достатнього рівня цифрової грамотності або необхідного обладнання для повноцінного користування такими послугами.

Особливо це стосується людей старшого віку, мешканців сільських і віддалених територій, соціально вразливих груп та людей, які внаслідок війни були змушені змінити місце проживання. Тому повна цифровізація державних послуг без одночасного розвитку цифрової грамотності може призводити до появи нових форм соціальної нерівності.

Іншою проблемою є недостатня доступність вебсайтів та цифрових сервісів для людей з інвалідністю. Частина електронних ресурсів може бути складною для використання за допомогою програм екранного доступу, містити недостатній контраст, не мати альтернативних описів зображень або субтитрів для відеоматеріалів.

Не менш важливою є проблема складності державної комунікації. Офіційна інформація часто містить надмірну кількість юридичних та адміністративних

термінів. У результаті громадянин може мати формальний доступ до інформації, але не розуміти її змісту. Це особливо небезпечно у кризових ситуаціях, коли рішення необхідно приймати швидко.

Ще одним викликом є інформаційне перевантаження. Сучасна людина щодня отримує величезну кількість повідомлень через соціальні мережі, месенджери, медіа та офіційні ресурси. Відсутність чіткої структури та пріоритетності інформації ускладнює пошук дійсно важливих відомостей.

Повномасштабна війна в Україні також стала фактором загострення проблеми інформаційної безбар'єрності і серйозним випробуванням для системи державної комунікації України. В умовах воєнного стану громадяни потребують швидкого доступу до інформації, яка безпосередньо впливає на їхню безпеку.

Йдеться насамперед про повідомлення щодо повітряних тривог, ракетних та інших загроз, евакуації населення, роботи укриттів, мінної небезпеки, гуманітарної допомоги, медичних послуг, соціальних виплат та відновлення документів.

Особливого значення це питання набуває для людей з інвалідністю, людей старшого віку, дітей, внутрішньо переміщених осіб та інших категорій населення, які можуть мати додаткові труднощі з отриманням або сприйняттям інформації.

Наприклад, звукового сигналу повітряної тривоги може бути недостатньо для людини з порушенням слуху. Водночас текстове повідомлення без звукового або візуального дублювання може бути недоступним для людини з порушенням зору. Саме тому критично важлива інформація повинна поширюватися одночасно в декількох форматах.

Українська Національна стратегія прямо передбачає покращення доступу до інформації під час оповіщення та евакуації людей старшого віку й людей з інвалідністю, а також забезпечення доступу до інформації про мінну небезпеку та правила поведінки на територіях можливих бойових дій і деокупованих територіях.

Таким чином, війна показала, що інформаційна безбар'єрність є безпосередньо пов'язаною з фізичною безпекою людини. Якщо громадянин не може отримати або правильно зрозуміти критично важливе повідомлення, це може мати серйозні наслідки.

Ще одним важливим аспектом є боротьба з дезінформацією. В умовах війни інформаційний простір стає окремим напрямом протистояння. Фейкові повідомлення, маніпуляції, пропаганда та неправдива інформація можуть поширюватися через соціальні мережі та месенджери надзвичайно швидко.

Тому інформаційна безбар'єрність повинна означати не тільки можливість отримати інформацію, а й можливість отримати достовірну, зрозумілу та перевірену інформацію.

Громадянин має розуміти, де знаходиться офіційне джерело інформації, як перевірити повідомлення та яким каналам комунікації можна довіряти. Особливо важливим це є під час надзвичайних ситуацій, коли панічні або

неправдиві повідомлення можуть спричинити небезпечну поведінку. Тому, розвиток медіаграмотності населення є важливою та невід'ємною складовою інформаційної безбар'єрності. Людина повинна не лише мати доступ до інформації, а й володіти навичками її критичного сприйняття.

Одним із головних інструментів подолання інформаційних бар'єрів є цифровізація. Електронні державні сервіси дозволяють отримувати документи, подавати заяви, користуватися соціальними послугами та взаємодіяти з органами влади без необхідності постійного особистого відвідування державних установ.

Проте цифровий розвиток повинен бути інклюзивним. Якщо певна категорія громадян не може користуватися електронним сервісом, цифровізація фактично створює новий бар'єр. Саме тому держава повинна дотримуватися принципу: цифрові послуги мають доповнювати доступність, а не замінювати її. Для людей, які не можуть користуватися цифровими технологіями, повинні зберігатися альтернативні способи отримання послуг та інформації.

Отже, для забезпечення інформаційної безбар'єрності необхідно застосовувати комплексний підхід.

Для подальшого розвитку інформаційної безбар'єрності Україні необхідно забезпечувати доступність цифрових ресурсів, використовувати зрозумілу мову, подавати інформацію в різних форматах, розвивати цифрову та медіаграмотність, зберігати альтернативні канали комунікації та враховувати потреби різних груп населення а також розробити безкоштовні програми цифрової освіти для верств населення, які цього потребують.

Підсумовуючи, зазначимо, що інформаційна безбар'єрність – це не лише технічне питання доступності сайтів чи електронних документів. Це важливий принцип функціонування сучасної держави, який поєднує права людини, соціальну справедливість, цифрову трансформацію, інформаційну безпеку та національну стійкість. В умовах війни та післявоєнного відновлення України створення такого середовища має стати одним із важливих напрямів державної політики, адже безбар'єрна інформація – це передумова рівних можливостей, довіри громадян до держави та її успішного розвитку.

Список використаних джерел

1. Наливайко Л. Р., Марценюк Л. В. Безбар'єрна україна: проблеми та перспективи. Нове українське право, Вип. 4, 2023. С.83-93. URL: https://newukrainianlaw.in.ua/index.php/journal/article/view/516/467
2. Про схвалення Національної стратегії із створення безбар'єрного простору в Україні на період до 2030 року: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 14 квітня 2021 р. № 366-р URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/366-2021-%D1%80#Text

Section: Logistics and Transport

ІНТЕГРОВАНА АРХІТЕКТУРА МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ МОРСЬКОГО СУДНА

Літвяк Володимир Іванович
аспірант кафедри судноводіння і морської безпеки
https://orcid.org/0009-0000-6261-927X
Булгаков Микола Петрович
к.т.н., доцент,
ст. викл. кафедри судноводіння і морської безпеки,
https://orcid.org/0000-0002-7172-8678
Дехта Вадим Юрійович
аспірант кафедри судноводіння і морської безпеки
https//orcid.org/0000-0002-0488-5972
Одеський національний морський університет, Україна

Актуальність дослідження. Сучасне морське судно є складною техніко-технологічною системою, ефективність експлуатації якої визначається одночасним впливом технічних, енергетичних, екологічних, навігаційних, економічних та організаційних факторів. Традиційний підхід до моделювання окремих процесів функціонування судна не забезпечує комплексного врахування взаємозв'язків між підсистемами, що обмежує можливості підтримки прийняття управлінських рішень у реальних умовах експлуатації.

Стрімкий розвиток цифрових технологій, інтелектуальних систем управління, цифрових двійників та методів багатокритеріальної оптимізації обумовлює необхідність переходу від ізольованих моделей до інтегрованих комплексів математичного моделювання, здатних одночасно враховувати технічний стан судна, характеристики силової установки, параметри навколишнього середовища, вимоги безпеки, енергоефективності та економічної доцільності експлуатації.

Особливої актуальності набуває побудова єдиної архітектури взаємодії окремих математичних моделей, яка забезпечує обмін інформацією між підсистемами, формування комплексної оцінки поточного стану судна та підтримку прийняття рішень на всіх етапах експлуатації. Саме інтеграція окремих моделей у єдину систему дозволяє підвищити достовірність прогнозування експлуатаційних показників, забезпечити узгодженість управлінських рішень та підвищити ефективність функціонування морського транспорту.

Виклад основного матеріалу.

Метою роботи є розроблення концептуальної архітектури інтегрованої системи математичних моделей експлуатації морського судна та визначення взаємозв'язків між її основними функціональними компонентами.

Для досягнення поставленої мети запропоновано концептуальний підхід до побудови інтегрованої системи математичного моделювання експлуатаційних процесів морського судна. Основною ідеєю підходу є розгляд судна не як сукупності окремих технічних або технологічних підсистем, а як єдиного функціонального об'єкта, ефективність експлуатації якого визначається взаємодією технічних, енергетичних, навігаційних, екологічних та економічних процесів.

Запропонована архітектура ґрунтується на принципі функціональної декомпозиції, відповідно до якого окремі аспекти експлуатації судна описуються спеціалізованими математичними моделями, інтегрованими в єдиний інформаційно-аналітичний простір. Такий підхід забезпечує можливість комплексного врахування впливу зовнішнього середовища, поточного технічного стану суднових систем та взаємозалежності експлуатаційних процесів під час оцінювання ефективності функціонування судна.

Концептуально інтегрована система математичного моделювання передбачає безперервний інформаційний обмін між окремими моделями, що дозволяє формувати узгоджене інформаційне середовище для аналізу режимів експлуатації, прогнозування змін технічного стану, оцінювання енергетичних та екологічних показників, а також підтримки прийняття управлінських рішень.

Запропоновану концептуальну архітектуру інтегрованої системи математичного моделювання експлуатаційних процесів морського судна наведено на рис. 1.

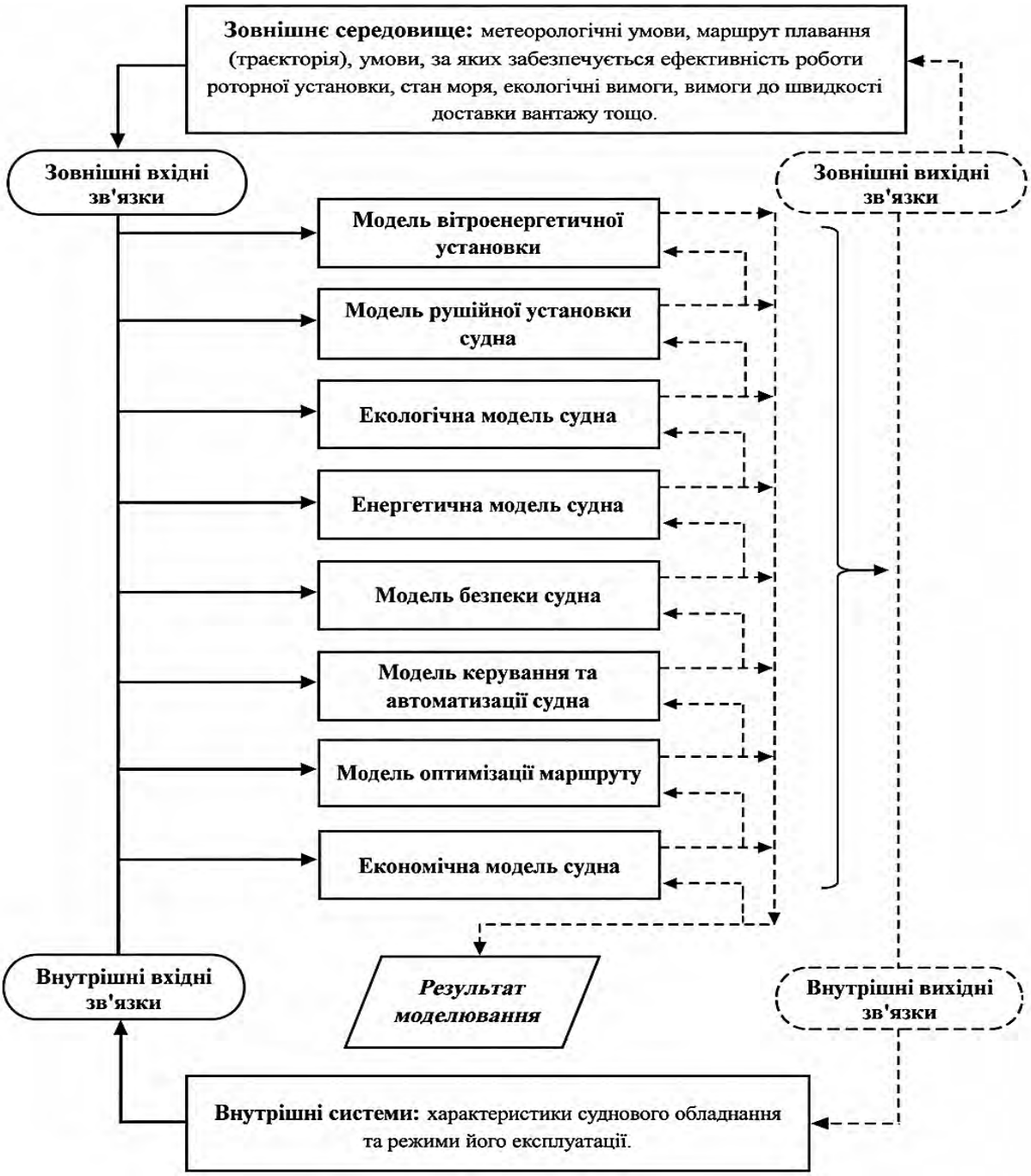


Рисунок 1 - Концептуальна архітектура інтегрованої системи математичного моделювання експлуатаційних процесів морського судна

На рис. 1 наведено концептуальну архітектуру інтегрованої системи математичного моделювання експлуатаційних процесів морського судна. Її основу становить принцип комплексного інформаційного обміну між окремими математичними моделями, які описують різні аспекти функціонування судна в процесі експлуатації.

Зовнішнє середовище на верхньому рівні моделі визначає початкові та граничні умови функціонування системи. Вхідний вектор параметрів охоплює гідрометеорологічні показники, геометрію маршруту, екологічні регламенти й строки доставки вантажу, які передаються в розрахункові блоки нижчих рівнів.

Центральну частину схеми утворює комплекс взаємопов'язаних моделей, що описують окремі складові процесу експлуатації судна. До нього входять модель вітроенергетичної установки, модель пропульсивного комплексу, екологічна модель, енергетична модель, модель безпеки судноплавства, модель систем управління й автоматизації, модель оптимізації маршруту та економічна модель експлуатації. Кожна з них виконує аналіз відповідної групи параметрів, водночас перебуваючи в постійному інформаційному обміні з іншими компонентами інтегрованої системи.

Важливою особливістю запропонованої архітектури є наявність двосторонніх інформаційних зв'язків між окремими математичними моделями. Така організація дозволяє враховувати взаємний вплив технічних, енергетичних, екологічних та економічних процесів, забезпечуючи узгодженість результатів моделювання та підвищуючи достовірність комплексної оцінки ефективності експлуатації судна.

Результати функціонування окремих моделей інтегруються у єдиний інформаційний простір, на основі якого формується комплексний результат моделювання. Отримані результати можуть використовуватися для підтримки прийняття рішень щодо вибору режимів експлуатації, оптимізації роботи енергетичних установок, підвищення рівня безпеки судноплавства, забезпечення екологічної відповідності та мінімізації експлуатаційних витрат.

Нижній рівень схеми характеризує внутрішні системи судна, що включають технічні характеристики суднового обладнання та регламентовані режими його експлуатації. Інформація про поточний стан внутрішніх систем використовується для коригування параметрів математичних моделей, формуючи замкнений цикл інформаційної взаємодії між реальним об'єктом та його математичним представленням.

Висновки. У роботі запропоновано концептуальну архітектуру інтегрованої системи математичного моделювання експлуатаційних процесів морського судна, яка забезпечує комплексне представлення взаємозв’язків між окремими функціональними моделями та зовнішніми й внутрішніми чинниками, що впливають на ефективність експлуатації судна.

Обґрунтовано доцільність інтеграції моделей пропульсивної установки, енергетичного забезпечення, безпеки судноплавства, екологічних процесів, автоматизації, оптимізації маршруту та економічної ефективності в єдину інформаційно-аналітичну систему. Запропонована архітектура забезпечує узгоджений інформаційний обмін між окремими компонентами моделі та створює основу для комплексного оцінювання режимів експлуатації судна.

Практичне значення запропонованого підходу полягає у формуванні концептуальної основи для розроблення інтегрованих систем підтримки прийняття рішень, цифрових двійників морських суден та багатокритеріальних моделей оптимізації експлуатаційних процесів, спрямованих на підвищення рівня безпеки, енергоефективності та економічної ефективності функціонування морського транспорту.

Список використаних джерел

1. Liu, C., Lang, X., Nikolaos, T., Kujala, P., & Zhang, M. (2026). Comparative study of ship fuel consumption prediction models based on multi-source operational and environmental data under dynamic ocean conditions. Ocean Engineering, 362, 126205. https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2026.126205
2. Pietrzykowski, Z., Wołejsza, P., Nozdrzykowski, Ł., Borkowski, P., Banaś, P., Magaj, J., Chomski, J., Mąka, M., Mielniczuk, S., Pańka, A., Hatłas-Sowińska, P., Kulbiej, E., & Nozdrzykowska, M. (2022). The autonomous navigation system of a sea-going vessel. Ocean Engineering, 261, 112104. https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2022.112104
3. Fang, T., Zheng, H., Hong, Y., Zhu, X., & Liu, Y. (2026). A physics-informed neural network approach for marine turbocharger performance evaluation in ocean-going vessels: Under incomplete parameter conditions. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 178, 114918. https://doi.org/10.1016/j.engappai.2026.114918
4. Vasilikis, N., Geertsma, R., & Coraddu, A. (2025). A multi-objective optimisation framework for the design of ship energy systems under operational and environmental uncertainty. Applied Energy, 402, 126829. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2025.126829
5. Sang, Y., Ding, Y., Sui, C., & Xiang, L. (2025). Energy analysis of battery/PV-powered all-electric ship in various operational conditions. Ocean Engineering, 340, 122257. https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2025.122257
6. Zhiyuan, C., Lecheng, L., Jingjing, L., & Long, Y. (2026). A sister RoPax hull form design with a data-physics dual-driven fuel consumption model using data of a parent vessel: Part I model development. Ocean Engineering, 356, 125194. https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2026.125194
7. Życzkowski, M., Zarzycki, F., Chodnicki, P., Gajgał, F., Gutkowski, M., Montewka, J., & Laine, V. (2026). Winter navigation risk indicator for the Baltic Sea based on accident and incident data analytics and machine learning. Ocean Engineering, 360, 125990. https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2026.125990

Section: Management, Public Administration and Administration

МІЖНАРОДНІ МОДЕЛІ ДЕРЖАВНОГО УПРАВЛІННЯ ІННОВАЦІЯМИ У БУДІВНИЦТВІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ АДАПТАЦІЇ В УКРАЇНІ

Покришка Олександр
аспірант
Навчально-науковий інститут публічного управління та державної служби
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Україна

Масштабність повоєнного відновлення України зумовлює необхідність переходу від традиційної моделі регулювання будівельної сфери до державного управління, орієнтованого на технологічну модернізацію, цифровізацію та підвищення продуктивності. У цьому контексті міжнародний досвід демонструє різні моделі державного стимулювання будівельних інновацій.

Європейський Союз реалізує екосистемну модель, у межах якої інновації у будівництві інтегруються із зеленим та цифровим переходами. Transition Pathway for Construction передбачає розвиток BIM, цифрових дозволів, стандартизації, обміну даними, професійних компетентностей та інноваційного фінансування [1]. Особливістю є комплексний вплив державної політики на всю будівельну екосистему, а не на окремі технології.

Велика Британія репрезентує модель держави як професійного замовника. Відповідно до The Construction Playbook, публічні закупівлі використовуються для стимулювання продуктивності, стандартизації, сучасних методів будівництва та цифровізації [2]. Довгострокове планування державних проєктів формує прогнозований попит, що створює для бізнесу стимули інвестувати у нові технології [3]. Для України такий підхід особливо важливий з огляду на значні майбутні обсяги публічних інвестицій у відбудову.

Сінгапур демонструє інтегровану цифрово-індустріальну модель. Державна політика поєднує Integrated Digital Delivery, BIM, Design for Manufacturing and Assembly, автоматизацію та цифровізацію регуляторних процедур [4]. Система CORENET X забезпечує використання координованих BIM-моделей у процесах погодження будівельних проєктів [5]. У такий спосіб цифровізація безпосередньо інтегрується у регуляторний механізм держави.

Порівняльний аналіз засвідчує, що міжнародні моделі відрізняються насамперед механізмом стимулювання інновацій: ЄС використовує екосистемне регулювання, Велика Британія – державний попит і професійні закупівлі, Сінгапур – централізовану цифрово-технологічну координацію. Водночас спільними рисами є довгостроковість державної політики, цифровізація

життєвого циклу будівель, BIM, стандартизація та активна роль держави у формуванні інноваційного попиту.

Для України доцільним є не пряме копіювання окремої зарубіжної моделі, а формування гібридного підходу. Від ЄС доцільно адаптувати екосистемне поєднання зеленого та цифрового переходів; від Великої Британії – використання публічних закупівель як інструменту стимулювання інновацій та оцінювання вартості життєвого циклу; від Сінгапуру – наскрізне застосування BIM, цифрові погодження та підтримку індустріалізованих методів будівництва.

Перспективним управлінським рішенням може стати розроблення Українського Playbook інноваційного будівництва для великих проєктів відновлення, який визначатиме вимоги до BIM, цифрових даних, оцінювання вартості життєвого циклу, енергоефективності та застосування сучасних методів будівництва. Одночасно необхідно забезпечити інтеграцію таких вимог із ЄДЕССБ, DREAM та системою публічних закупівель.

Отже, міжнародний досвід свідчить про трансформацію ролі держави від пасивного регулятора до активного формувача інноваційного будівельного ринку. Для України використання цієї закономірності дозволить перетворити масштабне повоєнне відновлення на інструмент структурної модернізації будівельної сфери та прискорення її переходу до цифрової, енергоефективної й технологічно розвиненої моделі.

Список використаних джерел

1. European Commission. Construction Transition Pathway. 2023. https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/construction/construction-transition-pathway_en
2. Cabinet Office. The Construction Playbook. GOV.UK. https://www.gov.uk/government/publications/the-construction-playbook
3. Infrastructure and Projects Authority. Transforming Infrastructure Performance: Roadmap to 2030. GOV.UK. https://www.gov.uk/government/publications/transforming-infrastructure-performance-roadmap-to-2030
4. Building and Construction Authority. Built Environment Industry Transformation Map. Singapore. https://www1.bca.gov.sg/growth-and-transformation/built-environment-industry-transformation-map-itm/
5. Building and Construction Authority. Building Information Modelling (BIM), CORENET X. Singapore. https://www1.bca.gov.sg/

DOI 10.70286/EOSS-31.08.2026.012.192-197

ЛЮДСЬКИЙ КАПІТАЛ І ЦИФРОВІ КОМПЕТЕНЦІЇ ПЕРСОНАЛУ ПІДПРИЄМСТВ В УМОВАХ ВОЄННОГО КАДРОВОГО ДЕФІЦИТУ: МОДЕЛЬ ВИБОРУ МІЖ РОЗВИТКОМ, НАЙМОМ ТА АВТОМАТИЗАЦІЄЮ

Тесля Андрій Миколайович
аспірант
Мосій Ольга Бориславівна
канд. екон. наук, доцент
Кафедра менеджменту та адміністрування
Тернопільський національний технічний університет
ім. Івана Пулюя, Україна

Анотація. У статті представлено дворівневий методичний інструментарій стратегічного управління людським капіталом підприємств в умовах кадрового дефіциту, спричиненого війною. Перший рівень — профіль цифрових компетенцій персоналу за трьома категоріями та чотирма рівнями володіння — використовується для діагностики компетентнісних розривів. Другий рівень — модель "розвивати - наймати - автоматизувати" (Develop-Hire-Automate, DHA) — дозволяє порівнювати очікувані річні приведені витрати трьох стратегій з урахуванням спеціального воєнного параметра: ймовірності втрати працівника через мобілізацію, міграцію чи плинність кадрів. Аналітично визначено порогове значення цієї ймовірності, при перевищенні якого автоматизація функції стає доцільнішою за розвиток персоналу. Демонстраційний розрахунок показав, що воєнний рівень кадрових втрат знижує поріг доцільності автоматизації. Обґрунтовано, що розвиток компетенцій і автоматизація є взаємодоповнюючими елементами єдиної стратегії стійкості людського капіталу.

Ключові слова: людський капітал, цифрові компетенції, кадровий дефіцит, воєнна економіка, мобілізація, автоматизація, RPA, upskilling, reskilling, стратегічне управління персоналом.

Постановка проблеми. Людський капітал українських підприємств у період повномасштабної війни перебуває під подвійним тиском. З одного боку, ринок праці втратив до 30% робочої сили внаслідок міграції, мобілізації та демографічних змін, а кадровий дефіцит у 2024 році досяг приблизно 30% від потреби підприємств [1; 2]. З іншого боку, прискорена цифровізація різко підвищила вимоги до цифрових компетенцій: частка роботодавців, незадоволених рівнем компетентностей кандидатів, зросла з 36% у 2022-2023 роках до 74% у 2025 році [1]. Підприємства опинилися в ситуації "компетентнісних ножиць": кількість працівників зменшилася, а вимоги до них стали вищими.

В такій ситуації кожне рішення щодо закриття компетентнісного розриву — навчати наявного працівника, наймати ззовні чи автоматизувати функцію — має враховувати специфічний воєнний чинник: значну ймовірність втрати працівника через мобілізацію або міграцію, що знецінює інвестиції у його розвиток чи підбір. Відсутність інструментів, які кількісно враховують цей чинник, призводить або до втрати інвестицій у навчання персоналу, який вибуває, або до недостатнього використання можливостей автоматизації для зниження кадрової вразливості.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Трансформацію воєнного ринку праці України розглядали у вітчизняних дослідженнях: Місецький А. визначив ключовою проблемою розрив між компетентностями кандидатів і вимогами роботодавців [1], Сидоренко В. систематизувала прояви skills gap та способи його подолання [3]. У міжнародній літературі Лі Л. обґрунтувала необхідність upskilling та reskilling для Industry 4. [4], МакКраур Р. і Адівар Б. досліджували чинники, що впливають на результати цифрового навчання [5], а за прогнозом Світового економічного форуму до 2030 року зміниться близько 39% ключових навичок [6]. Взаємозв'язок автоматизації та зайнятості описано в моделі Аджемоглу Д. і Рестрепо П. як заміщення праці з одночасним створенням нових завдань [7]. Контекст цифровізації бізнес-процесів розкрито у працях Краус К. [8] та Вербівської Л. [9]; ОЕСР визначає розвиток цифрових навичок пріоритетом для стійкості підприємств [10], а Котвицька Н. з колегами показали, що цифровізація дозволяє знизити операційні витрати на 15-30% [11].

Невирішеною залишається проблема відсутності методичного підходу, який би поєднував діагностику цифрових компетенцій з економічно обґрунтованим вибором стратегії закриття компетентнісного розриву — розвиток, найм або автоматизація — із чітким врахуванням воєнної ймовірності втрати працівника.

Мета дослідження полягає у створенні методичного інструментарію стратегічного управління людським капіталом підприємства в умовах воєнного кадрового дефіциту, який поєднує профілювання цифрових компетенцій із кількісною моделлю вибору стратегії закриття компетентнісних розривів між розвитком, наймом та автоматизацією функцій.

Постановка завдання. Для досягнення мети необхідно: розробити профіль цифрових компетенцій персоналу; побудувати модель порівняння приведених витрат трьох стратегій з урахуванням ймовірності втрати працівника; аналітично визначити порогові умови зміни оптимальної стратегії; провести демонстраційний розрахунок.

Виклад основного матеріалу дослідження. Інструментарій має дворівневу структуру: діагностичний рівень визначає, яких компетенцій і у яких категорій персоналу бракує, а рішеннєвий — яким способом доцільно закривати розрив в умовах воєнного кадрового ризику.

Профіль цифрових компетенцій формується за категоріями персоналу та рівнями володіння (табл. 1). Виділено три категорії: управлінський персонал (ухвалення рішень на основі даних, управління трансформацією), аналітично-

функціональний (володіння прикладними системами та аналітикою) та операційний (цифрова грамотність, робота з операційними системами). Чотири рівні володіння створюють шкалу, за якою підприємство порівнює фактичний рівень компетенцій із цільовим; різниця визначає карту компетентнісних розривів.

Таблиця 1. Профіль цифрових компетенцій персоналу підприємства (фрагмент)

Рівень володіння	Управлінський персонал	Аналітично-функціональний персонал	Операційний персонал
Базовий	Користування цифровими сервісами, розуміння цифрових KPI	Робота з офісними застосунками, табличними процесорами	Цифрова грамотність, робота з операційними системами
Функціональний	Рішення на основі дашбордів, постановка задач аналітикам	Володіння модулями ERP/CRM, побудова звітності	Робота у модулях інформаційних систем, фіксація даних
Просунутий	Управління портфелем цифрових проєктів	Аналітика даних, налаштування автоматизації (low-code, RPA)	Обслуговування автоматизованого обладнання, діагностика
Трансформаційний	Формування стратегії цифрової трансформації	Проєктування процесів, впровадження AI-інструментів	Наставництво, вдосконалення цифрових процесів

Джерело: розроблено авторами.

Виявлений розрив може бути закритий трьома стратегіями: розвитком наявного персоналу (upskilling/reskilling), зовнішнім наймом або автоматизацією функції. Дві перші, «людські», обтяжені ризиком втрати працівника, який знецінює здійснені інвестиції; автоматизація цього ризику позбавлена, що створює структурну асиметрію. Модель DHA порівнює очікувані річні приведені витрати трьох стратегій. Витрати стратегії розвитку наявного працівника:

$$CD = w_{вн} + c_{навч} \cdot (\delta + р_{втр}), \quad (1)$$

де $w_{вн}$ — оплата праці наявного працівника; $c_{навч}$ — вартість циклу навчання; δ — норма амортизації навчання, обернена до горизонту корисності навчання $T_{кор}$ ($\delta = 1/T_{кор}$); $р_{втр}$ — річна ймовірність втрати працівника (мобілізація + міграція + плинність).

Витрати стратегії зовнішнього найму:

$$CH = w_{рин} \cdot (1 + \pi) + c_{підб} \cdot (\delta_н + р_{втр}), \quad (2)$$

де $w_{рин}$ — ринкова ставка оплати; π — воєнна зарплатна премія дефіцитного ринку; $c_{підб}$ — вартість підбору й адаптації; $\delta_н$ — норма амортизації витрат підбору. Імовірність утрати $р_{втр}$ діє на найнятого працівника так само, як і на розвиненого всередині.

Витрати стратегії автоматизації функції:

$$CA = Ia \cdot CRF(rwar, T) + ссупр, \quad (3)$$

де Ia — інвестиції в автоматизацію; CRF(rwar, T) = rwar / (1 – (1 + rwar)^–T) — коефіцієнт відновлення капіталу за воєнною ставкою rwar та строком T; ссупр — витрати супроводу. Параметр рвтр у формулі (3) відсутній: автоматизоване рішення не мобілізується, у чому й полягає його структурна перевага.

Порівняння формул (1) і (3) дає порогове значення ймовірності втрати працівника, за перевищення якого автоматизація стає доцільнішою за розвиток:

$$p^{*}втр = (CA – wвн – снавч \cdot \delta) / снавч. \quad (4)$$

Воєнні умови впливають на нерівність трьома каналами: підвищують рвтр (мобілізація та міграція), підвищують π (дорожчання ринку) і підвищують rwar (здорожчання автоматизації через CRF). Співвідношення цих ефектів — емпіричне питання.

Демонстраційний розрахунок виконано для рутинної функції аналітично-функціонального персоналу (обробка первинної документації та звітності) обсягом одного робочого місця. Ставку прийнято на воєнному рівні rwar = 22% (базова 18% + премія 4 в. п.), строк RPA T = 5 років, звідки CRF = 0,3492 (табл. 2).

Таблиця 2. Параметри демонстраційного розрахунку моделі DHA, тис. грн

Параметр	Значення	Коментар
Оплата праці працівника, wвн (рік)	420	з нарахуваннями
Вартість навчання, снавч	90	програма + втрати продуктивності
Горизонт корисності, Ткор	3 роки	δ = 0,333
Зарплатна премія ринку, π	15%	wрин(1+π) = 483
Вартість підбору, спідб	90	δн = 0,333
Інвестиції в RPA, Ia	900	ліцензія + налаштування
Супровід, ссупр (рік)	150	підтримка, оновлення
CA = 900 · 0,3492 + 150	464,3	не залежить від рвтр

Джерело: розраховано авторами; параметри мають демонстраційний характер.

За формулою (4) поріг доцільності автоматизації p*втр = (464,3 – 420 – 30) / 90 = 0,159. За довоєнної плинності (рвтр ≈ 0,10) оптимальний розвиток персоналу (459,0 проти 464,3 тис. грн). Воєнний рівень (плинність 0,10 + мобілізація ≈ 0,12 + міграція ≈ 0,06, разом рвтр ≈ 0,28) перевищує поріг: витрати розвитку зростають до 475,2 тис. грн, і автоматизація стає найдешевшою. Зовнішній найм лишається найдорожчим (517,5–549,0 тис. грн) через воєнну премію ринку і виправдовується критерієм часу, а не вартості (табл. 3).

Таблиця 3. Очікувані річні витрати стратегій за різних рівнів рвтр, тис. грн

рвтр	Розвивати CD	Наймати CH	Автоматиз. CA	Оптимально
0,05	454,5	517,5	464,3	Розвивати
0,10 (довоєнна)	459,0	522,0	464,3	Розвивати
0,159 (поріг)	464,3	527,3	464,3	Байдужість
0,20	468,0	531,0	464,3	Автоматиз.
0,28 (воєнний)	475,2	538,2	464,3	Автоматиз.
0,40	486,0	549,0	464,3	Автоматиз.

Джерело: розраховано авторами за формулами (1)–(3).

Результат має управлінське значення, яке виходить за межі конкретних числових показників. Воєнний кадровий ризик виступає як прихована надбавка до вартості "людських" стратегій, і компанії, що приймають рішення, спираючись на довоєнні розрахунки, інвестують в автоматизацію менше, ніж потрібно. Висновок стосується тих функцій, які можна автоматизувати, тобто рутинних і регламентованих; для функцій, що містять творчі чи управлінські елементи, розвиток персоналу залишається єдиним можливим шляхом, і завдання полягає у зменшенні рвтр через бронювання або утримання працівників. На рівні підприємства ці стратегії не виключають одна одну: автоматизація дозволяє вивільнити дефіцитний персонал для більш цінних завдань, а цільове підвищення кваліфікації підвищує продуктивність тих, хто залишається, що відповідає логіці заміщення та створення нових завдань [7]. Модель реалізується за допомогою табличних процесорів, а її параметри налаштовуються на основі даних кадрового обліку.

Висновки і перспективи подальших розвідок. Запропоновано дворівневий інструментарій для управління людським капіталом в умовах воєнного кадрового дефіциту: діагностичний рівень (профіль цифрових компетенцій) дозволяє виявити прогалини, а рішеннєвий (модель DHA) переводить їх усунення у площину кількісного порівняння витрат на розвиток, найм та автоматизацію з урахуванням ймовірності втрати працівника.

Головний результат полягає в аналітичному виведенні та демонстрації порогового ефекту: воєнний рівень кадрових втрат структурно зменшує межу доцільності автоматизації. Стратегія розвитку, яка була оптимальною за довоєнної плинності, поступається автоматизації вже при помірних воєнних значеннях рвтр, тоді як зовнішній найм залишається найдорожчим і виправданий лише терміновістю. Водночас на рівні підприємства автоматизація та розвиток компетенцій доповнюють одна одну.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на емпіричну перевірку запропонованої моделі на основі кадрових даних українських підприємств. Перспективним напрямом є врахування ймовірності втрати працівників як ендогенного чинника цифрової трансформації, а також стохастичне розширення моделі. Окремої уваги потребує інтеграція цих інструментів із методиками оцінювання ефективності цифровізаційних проєктів у єдину систему підтримки стратегічних управлінських рішень.

Список використаних джерел

1. Місецький А. Трансформація ринку праці України в умовах війни: тенденції, виклики та перспективи відновлення. Економіка та суспільство. 2026. № 86. DOI: https://doi.org/10.32782/2524-0072/2026-86-104.
2. Кадровий голод. Що відбувається на ринку праці України під час війни. Фонд «Демократичні ініціативи» імені Ілька Кучеріва. 2025. URL: https://dif.org.ua/article/kadroviy-golod-shcho-vidbuvaetsya-na-rinku-pratsi-ukraini-pid-chas-viyni (дата звернення: 24.08.2026).
3. Sydorenko V. Skills gap in the labor market of Ukraine: situation and mechanisms for overcoming it. Вісник післядипломної освіти. Серія «Соціальні та поведінкові науки». 2024. Вип. 28(57). С. 191–211. DOI: https://doi.org/10.58442/2218-7650-2024-28(57)-191-211.
4. Li L. Reskilling and upskilling the future-ready workforce for Industry 4.0 and beyond. Information Systems Frontiers. 2024. Vol. 26. P. 1697–1712. DOI: https://doi.org/10.1007/s10796-022-10308-y.
5. McCrowre R., Adivar B. Exploring underlying factors for variations in digital upskilling. Industry and Higher Education. 2024. DOI: https://doi.org/10.1177/09504222241249078.
6. World Economic Forum. The Future of Jobs Report 2025. Geneva: WEF, 2025. URL: https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2025/ (дата звернення: 24.08.2026).
7. Acemoglu D., Restrepo P. Automation and New Tasks: How Technology Displaces and Reinstates Labor. Journal of Economic Perspectives. 2019. Vol. 33, No. 2. P. 3–30. DOI: https://doi.org/10.1257/jep.33.2.3.
8. Kraus K., Kraus N., Manzhura O., Ishchenko I., Radzikhovska Y. Digital Transformation of Business Processes of Enterprises on the Way to Becoming Industry 5.0 in the Gig Economy. WSEAS Transactions on Business and Economics. 2023. Vol. 20. P. 1008–1029. DOI: https://doi.org/10.37394/23207.2023.20.93.
9. Verbivska L., Abramova M., Gudz M., Lyfar V., Khilukha O. Digitalization of the Ukrainian economy during a state of war is a necessity of the time. Amazonia Investiga. 2023. Vol. 12, No. 68. P. 184–194. DOI: https://doi.org/10.34069/AI/2023.68.08.17.
10. OECD. Enhancing Resilience by Boosting Digital Business Transformation in Ukraine. Paris: OECD Publishing, 2024. DOI: https://doi.org/10.1787/4b13b0bb-en.
11. Котвицька Н. М., Куриленко О. В., Римарцов В. В., Заславець С. М. Цифровізація управління підприємствами як фактор підвищення ефективності та оптимізації формування прибутку. Актуальні питання економічних наук. 2026. № 21. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.19398136.

РОЛЬ МЕДІАЦІЇ В РОЗВИТКУ ЛІДЕРСТВА

Галушко Олена Ігорівна
старший викладач
Український державний університет науки і технологій, ННІ ПДАБА;
директор консалтингової компанії «АРЛЕН»

Сучасний світ характеризується суттєвим зростанням різних видів ризиків, що вимагає прийняття складних рішень та призводить до емоційного перенапруження та швидкого вигорання, що в свою чергу створює напруження і збільшує кількість конфліктів. Отже необхідно застосування методів і технологій, які дозволяють не тільки точково вирішувати конфліктні ситуації, а можуть бути інтегровані в процес управління для побудови комфортного робочого середовища та ефективного лідерства в тривалій перспективі.

Під медіацією розуміють процес вирішення конфліктів за участю нейтральної третьої сторони – медіатора, який сприяє взаєморозумінню і співпраці та допомагає учасникам конфлікту знайти спільне взаємовигідне рішення. Медіація отримала розвиток у двох основних напрямках – як метод досудового врегулювання спорів і як технологія психологічного консультування. Медіаційне консультування отримало розвиток у США в 70х роках ХХ сторіччя. Воно сприяє виробленню ефективних навичок комунікації, розвитку емпатії та вміння будувати збалансовані відносини, сприяє більш глибокому розумінню природи конфліктів та пошуку конструктивних способів їх вирішення [1, 2].

Традиційні ієрархічні та директивні моделі лідерства втрачають свою ефективність в інформаційному суспільстві, в умовах швидкого розвитку інновацій та у складному і багатосторонньому переплетінні інтересів зацікавлених сторін. Сучасний мінливий світ вимагає від лідерів не тільки стратегічного бачення, рішучості, відповідальності та організаторських здібностей, а і якостей, які дозволяють згуртовувати і підтримувати команди, зокрема терпіння, довіри, емпатії, здатності вести переговори і досягати згоди, долаючи розбіжності.

Сучасні лідери все частіше стикаються з завданнями управління розбіжними перспективами, пом’якшення міжособистісної та міжгрупової напруженості, а також сприяння досягненню консенсусу між різними зацікавленими сторонами (стейкхолдерами). Хоча конфлікт є невід’ємною і часто стимулюючим елементом складних динамічних систем, неефективне управління в умовах конфлікту може призвести до організаційної інерції, зниження продуктивності, руйнування довіри та втрати ключових співробітників. У звіті CIPD [3] представлені результати ґрунтовного дослідження природи і наслідків конфліктів на робочих місцях, серед яких зокрема відзначаються: збільшення стресу, втрата робочого часу і зниження продуктивності працівників, зменшення здатності працівників досягати цілей організації.

Застосування технік медіації дозволяє лідеру перейти від ролі арбітра в організаційних конфліктах до ролі посередника для забезпечення діалогу та не тільки співпраці, а й співтворчості. Лідери, які здатні ефективно керувати конфліктами, роблять для організації значно більше, ніж вирішення проблеми в колективі. Вони створюють сильніші, потужніші команди та стійкіші організації, здатні досягати довгострокових цілей у мінливому середовищі. Застосування технік і прийомів медіації дозволяє лідеру створити здорове, комфортне і гармонійне робоче середовище, яке сприяє як розкриттю індивідуальних здібностей та талантів, так і ефективній колективній роботі, що в результаті сприяє підвищенню цінності компанії для всіх стейкхолдерів.

Програми розвитку лідерства включають освітні компоненти для розвитку навичок комунікації, ведення переговорів та прийняття рішень. Однак їм часто бракує конкретних, практичних методологій для структурованого управління конфліктами які виходять за рамки простого вирішення проблем. Таким чином, застосування технік медіаційного консультування не тільки сприяє розвитку soft skills, які є важливими для лідерів, а й дозволяє залучити практичні методології, які довели свою ефективність [4-6].

Використання медіаційного консультування в програмах розвитку лідерства сприятиме [6-10]:

1) Об’єднанню учасників навколо спільної мети та встановленню збалансованих та узгоджених спільних цілей, що враховують різні точки зору та потреби всіх учасників;

2) Підсиленню взаєморозуміння, зниженню занепокоєння та побудови довіри завдяки таким методам, як активне слухання;

3) Ефективному управлінню на основі неупередженості та нейтралітету, що зміцнює авторитет та довіру до лідера.

Рис. 1. Ключові інструменти медіації для ефективного лідерства

Впровадження методологічних підходів і технік медіації в програми розвитку лідерства сприятиме культивації «медіаційного менталітету» – когнітивних і поведінкових компонентів, що будують реакцію на конфлікт не як на перешкоду, яку потрібно подолати силовим тиском або маніпуляцією, а як на можливість для глибшого розуміння, системного вдосконалення та колективного зростання (рис. 1), [5-10].

Застосування методів медіації для різних стилів лідерства має певні особливості, але у всіх випадках дозволяє досягати позитивного ефекту (табл. 1).

Таблиця 1 Застосування методів медіації для різних стилів лідерства

Стиль лідерства	Опис	Методи медіації	Ефект від застосування
Трансформаційне лідерство	Лідер надихає, мотивує до змін і розвитку, фокусується на баченні та особистому зростанні співробітників.	Фасилітація діалогу, активне слухання, запитання для розкриття цінностей і бачення, рефреймінг конфлікту як можливості для зростання.	Підвищення залученості, зміцнення довіри, розвиток культури відкритості та інновацій.
Ситуаційне лідерство	Лідер адаптує стиль до рівня зрілості та компетенцій команди, поєднуючи директив їсть і підтримку.	Гнучке застосування технік залежно від ситуації; структуровані зустрічі, неформальні діалоги, реальне тестування рішень.	Швидше вирішення конфліктів, краща адаптація до змін, підвищення гнучкості команди.
Сервісне лідерство (служіння)	Лідер ставить потреби інших на перше місце, сприяє розвитку та добробуту команди.	Фасилітація, емпатичне слухання, спільна відповідальність за рішення, фокус на інтересах усіх сторін.	Зміцнення лояльності, стійкість команди в кризових ситуаціях.
Демократичне лідерство (партисипативне)	Рішення приймаються колективно, лідер заохочує участь усіх членів команди.	Організація спільних зустрічей, мозковий штурм, фасилітація, документування домовленостей.	Вища якість рішень, почуття власності у команди, зменшення опору змінам.
Авторитарне лідерство (директивне)	Лідер приймає рішення одноосібно, очікує чіткого виконання вказівок.	Обмежене застосування, зокрема: приватні зустрічі для з'ясування інтересів, реальне тестування рішень.	Зменшення ризику помилок, краще розуміння мотивації команди, пом'якшення опору.
Лідерство на основі обміну	Фокус на якості стосунків між лідером і кожним членом команди для досягнення кращих результатів.	Індивідуальні медіаційні сесії, побудова довіри через відкритість, зворотний зв'язок, спільне визначення очікувань.	Покращення індивідуальної продуктивності, зміцнення лояльності, зменшення конфліктів.

Вимоги сучасного лідерства у світі, що швидко змінюється, вимагають зміни парадигми від традиційних підходів до гнучких, адаптивних, які здатні створити ефективні умови для функціонування та розвитку організації. Як показує табл. 1, найбільший ефект від застосування інструментів медіації для ефективного лідерства спостерігається саме для гнучких стилів лідерства.

Формування «медіаційного менталітету» та використання в управлінській діяльності фасилітації та інших інструментів дозволяє створити середовище ефективної взаємодії різних рівнів управління, конструктивний діалог, психологічний комфорт та довіру (що дуже важливо в кризових умовах, зокрема під час пандемій та збройних конфліктів). Отже формування «медіаційного менталітету» може стати стратегічним імперативом для підготовки стійких, адаптивних та високоефективних лідерів, здатних орієнтуватися в складному зовнішньому середовищі і ефективно керувати організаціями.

Перспективи подальших досліджень полягають в емпіричній перевірці використання запропонованих методів медіації для ефективного лідерства та розробці спеціалізованих навчальних програм для інтеграції навчання технік медіації в програми управлінського розвитку.

Список використаних джерел

1. The Mediation Handbook. Research, theory, and practice (2017). / Ed. by Alexia Georgakopoulos. 450 p. ISBN 9781138124219.
2. Медіація як альтернативний спосіб вирішення спорів: вітчизняний та зарубіжний досвід: наукова монографія (2020). / За заг. ред. В.І. Цимбалюка. Львів: «Новий Світ - 2000». 172 с.
3. Managing conflict in the modern workplace: CIPD Report (2020). URL : https://www.cipd.org/globalassets/media/knowledge/knowledge-hub/reports/managing-conflict-in-the-workplace-2_tcm18-70655.pdf
4. Белінська, І. (2019). Основні критерії психологічного профілю медіатора. Збірник наукових праць «Проблеми сучасної психології». № 18. DOI : https://doi.org/10.32626/2227-6246.
5. Mediation and Leadership: Tools for Conflict Resolution. URL : https://www.sorenkaplan.com/mediation-and-leadership-development/
6. Liddle, D. (2021). Why Mediation Is a Core Skill for Successful Leaders. URL : https://www.ceotodaymagazine.com/2022/06/why-mediation-is-a-core-skill-for-successful-leaders/.
7. Ross, W. H., Conlon, D. E., & Lind, A. E. (1990). The Mediator as Leader. Group & Organization Studies, 15 (1), pp. 105-124. DOI : https://doi.org/10.1177/105960119001500108.
8. Gunawan, T. R., Tarumingkeng, R. C., & Saparso (2022). Mediation Effect of Leadership Style on the Impact of Organizational Support on Employee Performance. International Journal of Social Science, Educational Economics, Agriculture Research and Technology, 1 (9), pp. 421-430. DOI : https://doi.org/10.54443/ijset.v1i9.51.
9. I Gusti Made Suwandana (2019). Role of Transformational Leadership Mediation: Effect of Emotional and Communication Intelligence Towards Teamwork

Effectiveness. International Research Journal of Management IT and Social Sciences, 6 (2), pp. 52-62. DOI : 10.21744/irjmis.v6n2.608.
10. Фоменко, А. (2022). Концептуалізація питання розвитку інституту медіації в Україні. Актуальні проблеми державотворення, правотворення та правозастосування: матеріали наук. семінару (м. Дніпро, 10 грудня 2021 р.). Дніпро, ДДУВС. 2022. С. 9-10. URL : https://er.dduvs.edu.ua/jspui/handle/123456789/15723.
11. Галушко, О.І. & Коваленко-Марченкова, Є. В. (2022). Медіація в роботі кураторів студентських груп. Медіація як спосіб вирішення приватно- та публічно-правових спорів : матеріали Міжнар. наук.- практ. конф. (м. Дніпро, 30 листоп. 2021 р., Дніпро, ДДУВС. 2022. С. 91-93. URL : https://er.dduvs.edu.ua/jspui/handle/123456789/9920

DOI 10.70286/EOSS-31.08.2026.013.202-206

INDICATORS FOR ASSESSING THE INCLUSIVENESS OF DIGITAL INNOVATION PROJECTS AS A FACTOR IN ENHANCING CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY

Kostin Illia
PhD Student
Department of Enterprise Economics and Business Organization
Postgraduate Education Faculty
Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics
Kharkiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0009-0001-5111-808X

The spread of digital innovation is changing not only the ways in which services are delivered but also the requirements for ensuring their accessibility to different user groups. Under these conditions, inclusiveness is becoming an important characteristic of the social outcomes of digital innovation projects and one manifestation of corporate social responsibility. Ukrainian business practices indicate the gradual incorporation of inclusiveness principles into the development and implementation of digital innovation projects. In particular, PrivatBank combines digital services with financial and social inclusion measures by introducing specialized digital tools, remote support channels, and free educational programs for specific user groups [1]. Kyivstar, in turn, adapted the My Kyivstar application for persons with visual impairments by integrating TalkBack and VoiceOver technologies, providing text descriptions of graphical elements, and adding voice prompts, while the accessibility of the solution was confirmed through an independent expert assessment. These examples demonstrate that the inclusiveness of a digital project is multidimensional and is reflected in functional accessibility, the removal of barriers to use, the inclusion of different user

groups, and the ability to access digital services independently [2]. The heterogeneity of these characteristics complicates comparisons among digital projects and the determination of the inclusive effects they achieve, creating a need for an appropriate system of indicators. The need for multicriteria assessment of digital inclusiveness is also supported by scientific research.

Based on a comparison of eight international digital inclusion indices, Jia S. et al. identify five key dimensions of digital inclusion: access, skills, use, acceptance, and impact [3]. The authors also note that existing methodologies insufficiently represent indicators of acceptance and impact, indicating the need to assess not only the accessibility of digital solutions but also the opportunities for their actual use and the outcomes achieved. The methodological feasibility of moving from individual indicators to an aggregated assessment is demonstrated by P. Mee et al., who, in constructing a composite indicator of digital exclusion, apply variable normalization, examine interrelationships among variables, determine weights, and subsequently aggregate the indicators [4]. This approach enables quantitative comparison of objects across a set of heterogeneous characteristics. The use of quantitative analysis results as an informational basis for managerial decision-making is also consistent with the approach proposed by O. Leha et al., who substantiate the application of analytical tools for evaluating indicators, identifying trends, and supporting planning and management processes [5].

Considering these scientific approaches and the specific characteristics of digital innovation projects, a system of indicators was developed across five interrelated dimensions: accessibility, affordability, coverage and equality of access, usability and digital capability, and engagement and social outcomes. To ensure their practical applicability, the calculation procedure and information source were specified for each indicator (Table 1).

Table 1. System of Indicators for Assessing the Inclusiveness of Digital Innovation Projects

Indicator	**Calculation**	**Information Source**
Block 1. Accessibility		
Share of functions accessible to users with special needs	Number of adapted functions / total number of key functions × 100%	Technical documentation, accessibility audit
Share of content available in alternative formats	Number of materials with captions, text alternatives, audio descriptions, etc. / total number of materials × 100%	Content audit
Cross-platform accessibility	Number of supported device/platform types / defined target number × 100%	Technical specifications
Block 2. Affordability		
Share of users with free or reduced-cost access	Number of users with free/reduced-cost access / total number of users × 100%	CRM, pricing data
Relative cost of access	Cost of using the service / average income of the target group × 100%	Pricing policy, statistical data

Continuation of Table 1

Indicator	Calculation	Information Source
Block 3. Coverage and Equality of Access		
Target audience coverage rate	Actual number of users / potential number of users × 100%	Platform analytics, marketing data
Share of users from vulnerable or underrepresented groups	Number of such users / total number of users × 100%	Surveys, registration data, CRM
Geographic coverage	Number of territories where the project is available / number of territories in the target market × 100%	Geospatial analytics
Block 4. Usability and Digital Capability		
Successful completion rate for a key operation	Number of users who completed the operation / number of users who initiated it × 100%	Web/app analytics
Share of users requiring assistance	Number of requests for assistance / number of active users × 100%	Customer support service
Training/onboarding completion rate	Number of users who completed training / number of users who started it × 100%	LMS, CRM
Block 5. Engagement and Social Outcomes		
Share of users involved in testing or improvement	Number of users involved / total number of active users × 100%	Testing protocols, surveys
Share of user suggestions implemented	Number of implemented user suggestions / number of substantiated suggestions × 100%	Feedback system
User satisfaction rate	Number of positive ratings / total number of ratings × 100%	Surveys
Increase in accessibility following project implementation	(Post-project indicator – pre-project indicator) / pre-project indicator × 100%	Pre-project and post-project data

Source: developed by the author.

The proposed system of indicators provides for a sequential assessment of the inclusiveness of a digital innovation project across five blocks: accessibility, affordability, coverage and equality of access, usability and digital capability, and engagement and social outcomes. Because individual indicators differ in the direction of their effect on the level of inclusiveness, they are converted into a comparable form through normalization within the range from 0 to 1.

At the first stage, the actual values of the indicators are determined. For positive indicators, an increase in which reflects a higher level of digital project inclusiveness, the normalized value is calculated using the following formula:

$$x_i^n = x_i / 100, \quad (1)$$

where x_i is the actual value of the i-th indicator, %; x_i^n is the normalized value of the i-th indicator.

Positive indicators include, in particular, the share of adapted functions, the share of content available in alternative formats, cross-platform accessibility, target audience coverage, the successful completion rate for key operations, the share of user suggestions implemented, and the user satisfaction rate.

For negative indicators, an increase in which indicates greater barriers to using the digital product, inverse normalization is applied:

$$x_i^n = 1 - x_i / 100. \quad (2)$$

Such indicators include, in particular, the share of users who required additional assistance while using the digital product. After normalization, all indicators satisfy the same condition: a value approaching 1 indicates a higher level of inclusiveness, whereas a value approaching 0 indicates a lower level.

At the second stage, group indices are calculated for each of the five assessment blocks. The group index is determined as the arithmetic mean of the normalized values of the indicators included in the corresponding block:

$$I_j = (x_{1j}^n + x_{2j}^n + \ldots + x_{nj}^n) / n_j, \quad (3)$$

where I_j is the index of the j-th block; x_{ij}^n is the normalized value of the i-th indicator within the j-th block; and n_j is the number of indicators included in the corresponding block.

As a result, five group indices are determined: I_1 for accessibility; I_2 for affordability; I_3 for coverage and equality of access; I_4 for usability and digital capability; and I_5 for engagement and social outcomes.

At the third stage, the group-level assessments are aggregated into an integral inclusiveness index for the digital innovation project:

$$I_{\text{інк}} = w_1 I_1 + w_2 I_2 + w_3 I_3 + w_4 I_4 + w_5 I_5, \quad (4)$$

where $I_{in}c$ is the integral inclusiveness index of the digital innovation project; I_1–I_5 are the group indices; and w_1–w_5 are the weighting coefficients assigned to the corresponding blocks.

In the absence of empirically supported grounds for assigning greater weight to individual components, the components are assumed to have equal weights. In this case:

$$w_1 = w_2 = w_3 = w_4 = w_5 = 0{,}20. \quad (5)$$

Accordingly, the integral index is calculated using the following formula:

$$I_{\text{інк}} = 0{,}20I_1 + 0{,}20I_2 + 0{,}20I_3 + 0{,}20I_4 + 0{,}20I_5. \quad (6)$$

The calculated $I_{in}c$ ranges from 0 to 1. For interpreting the results, the author proposes the following scale: 0.00–0.39 indicates a low level of inclusiveness; 0.40–0.69, a moderate level; and 0.70–1.00, a high level.

The methodology therefore provides a consistent transition from assessing individual characteristics of a digital innovation project to determining group indices and the integral index. Its application makes it possible not only to establish the overall level of project inclusiveness but also to identify the blocks in which the most significant barriers for users persist, thereby providing an informational basis for substantiating appropriate measures within the corporate social responsibility framework.

The practical value of the study lies in the potential application of the proposed system of indicators to assess the inclusiveness of digital innovation projects at the stages of their development, implementation, and subsequent monitoring. The calculation of group and integral indices makes it possible to identify specific access barriers, compare alternative projects, and determine areas for their improvement. For businesses, the results of such assessments can serve as an informational basis for decision-making aimed at improving the accessibility of digital products and services and strengthening the social orientation of innovation activities.

References

1. Мій Київстар став доступнішим для людей із порушеннями зору. Київстар. 10.06.2025. URL: https://kyivstar.ua/news/id100620251130 (дата звернення: 20.08.2026).
2. Service with a Human Face: Bridging Innovations and Compassion. Report 2025. PrivatBank. 2026. URL: https://static.privatbank.ua/files/0000005652248153.pdf (date of access: 20.08.2026).
3. Jia S., Du J. T., Yan H. Towards a comprehensive framework for digital inclusion: a comparison of international measurements. Aslib Journal of Information Management. 2026. Vol. 78, No. 3. P. 740–755. DOI: https://doi.org/10.1108/AJIM-06-2024-0494.
4. Mee P., Gussy M., Huntley P. et al. Digital exclusion as a barrier to accessing healthcare: a summary composite indicator and online tool to explore and quantify local differences in levels of exclusion. Universal Access in the Information Society. 2025. Vol. 24. P. 1425–1437. DOI: https://doi.org/10.1007/s10209-024-01148-5.
5. Лега О., Макарчук А., Прийдак Т., Кухарук С. Моделювання та прогнозування економічних показників підприємства в інформаційно-аналітичних дослідженнях. Сталий розвиток економіки. 2026. № 1 (58). С. 207–215. DOI: https://doi.org/10.32782/2308-1988/2026-58-28.

Section: Mechanics and Electrical Engineering

DOI 10.70286/EOSS-31.08.2026.014.207-208

ВПЛИВ ЗВОРОТНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГАЛЬМІВНОГО МОМЕНТУ В БУФЕРАХ ВАНТАЖОПІДЙОМНОГО ТРАНСПОРТУ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ГАЛЬМУВАННЯ

Борисов Владислав
аспірант
Кафедра підйомного транспорту та робототехнічного обладнання
Національний університет «Одеська політехніка», Україна

Особливістю проектованого буферного пристрою є наявність зворотної характеристики гальмівного моменту, при якій величина опору не збільшується зі зростанням швидкості рухомого рухомого елемента, як у класичних гідравлічних буферах, а, навпаки, знижується. Даний принцип заснований на створенні особливих умов роботи дроселюючих каналів та пружного елемента, що призводить до зміни співвідношення між пружним накопиченням енергії та її розсіюванням.

Ефективність гасіння динамічних навантажень значною мірою залежить від того, як розподіляється гальмівний момент у часі. У традиційних конструкціях при різкому ударі опір зростає практично пропорційно до швидкості, що призводить до появи значних пікових навантажень у початковий момент гальмування. Ці навантаження передаються на металоконструкцію крана і можуть спричинити її передчасне руйнування втоми.

Використання буфера із зворотною характеристикою змінює цей процес. У початковій фазі гальмування, коли швидкість руху найбільша, опір відносно менше, що запобігає різкому стрибку сили реакції. У міру зниження швидкості руху опір зростає, що забезпечує плавне гальмування до зупинки. Таким чином, енергія удару розподіляється рівномірніше за часом, а максимальні динамічні навантаження знижуються.

Математично характеристику можна описати залежністю:

$$\mathrm{M(v)} = \frac{\mathrm{M_0}}{1 + \mathrm{kv}}, \tag{1.1}$$

де: $M(v)$ – гальмівний момент, що залежить від швидкості v;

M_0 – номінальний опір;

k – Коефіцієнт, що визначає інтенсивність зниження моменту при збільшенні швидкості.

Така побудова характеристики дозволяє отримати плавну криву гальмування, що виключає різкі стрибки сили та прискорень. Експериментальні

дослідження показують, що застосування зворотної характеристики знижує пікові навантаження порівняно з традиційними лінійними та квадратичними залежностями гальмівного моменту.

Крім того, зворотна характеристика сприяє підвищенню довговічності конструктивних елементів крана за рахунок зменшення амплітуди циклічної напруги, а також покращує умови роботи самого буфера, оскільки знижує ймовірність кавітації та перегріву рідини.

Загалом використання буферів із зворотною характеристикою гальмівного моменту є перспективним напрямом підвищення надійності та безпеки роботи мостових кранів та іншого вантажопідйомного обладнання.

Список використаних джерел

1. Вудвуд А.Н. Способ повышения эффективности торможения механизма передвижения мостового крана. // Підйомно-транспортна техніка. – 2018. – №1. – С. 76–81.
2. М.М. Довгополий, І.В. Ночніченко, О.С. Галецький, Д.В. Костюк, Особливості керування напруженням плинності магнітореологічної рідини в демпферному пристрої, Всеукраїнська науково-технічна конференція молодих вчених та студентів «Інновації молоді – машинобудуванню 2019», м. Київ, 2019 – С. 239-243.
3. УДК 681.5.015 Моделювання рідинно-магнітного демпферу в середовищі Simulink з використанням блоків імітації фізичних процесів Simscape

Section: Medicine

RATIONAL COMPREHENSIVE THERAPY FOR ELDERLY PATIENTS WITH BRONCHIAL ASTHMA

Nastroga Tetiana Viktorivna
PhD in Medicine, Associate Professor
Department of Internal Medicine and Emergency Medicine
Kazakov Yurii Mykhailovych
Doctor of Medical Sciences, Professor,
Head of the Department of Propaedeutics of Internal Medicine,
Kitura Oksana Yevhenivna
PhD in Medicine, Associate Professor
Sokolyuk Nina Liudvyhivna
PhD in Medicine, Associate Professor
Department of Internal Medicine and Emergency Medicine
Poltava State Medical University, Ukraine

Population aging has become a leading demographic feature of Ukraine. According to the World Health Organization, the proportion of elderly and senile people will increase to almost 40% in the coming decades [1,2]. In elderly patients, bronchial asthma (BA) is often accompanied by other comorbid conditions that aggravate its course, necessitating optimization of treatment through the inclusion of non-pharmacological methods in comprehensive therapy [3].

Aim of the study — to improve the effectiveness of treatment in elderly patients with bronchial asthma by incorporating Buteyko breathing exercises and halotherapy sessions into comprehensive therapy.

Materials and Methods. The study included 60 patients with mild uncontrolled BA. The mean age was 63.2 ± 3.31 years. The patients received standard maintenance therapy [4] (the inhaled corticosteroid budesonide combined with the selective β2-adrenergic agonist formoterol, 160 µg/4.5 µg twice daily). During exacerbation, the therapeutic dose was doubled (320 µg/9 µg). Patients in the first, control group (n=30) received budesonide/formoterol 320 µg/9 µg twice daily. Patients in the second, main group (n=30), in addition to maintenance treatment, received halotherapy sessions once daily and performed Buteyko breathing exercises [5] three times daily. The observation period was 14 days.

Results and Discussion. After the course of therapy, a substantial reduction in symptoms was observed in both groups. According to the ACQ-5 (Asthma Control Questionnaire-5) [4], the mean score in the main group was 2.32 ± 0.16 before treatment and 0.75 ± 0.21 after treatment ($p<0.05$), corresponding to adequate BA control, whereas in the control group the scores were 2.41 ± 0.33 and 0.96 ± 0.24, respectively ($p<0.05$), corresponding to partial BA control. When anxiety was assessed

using the Beck scale, patients in the main group showed a substantial decrease after treatment from 31.9 ± 1.23 points to 4.65 ± 0.31 points ($p<0.05$), corresponding to a normal level of anxiety. In the control group, the score decreased from 32.4 ± 1.36 points to 9.12 ± 0.92 points ($p<0.05$), corresponding to a moderate level of anxiety. When quality of life was assessed using the Quality of Life Rating Scale (O. Chaban) [6], patients in the main group demonstrated a substantial improvement after treatment compared with the control group ($p<0.05$). Thus, the total score in the main group receiving comprehensive therapy with breathing exercises and halotherapy sessions was 33.6 ± 2.1 points before treatment and 55.32 ± 1.83 points after treatment ($p<0.05$). In the control group, the total score increased from 30.72 ± 2.36 to 46.9 ± 3.60 points ($p<0.05$). Analysis of pulmonary function indices in the main group revealed a substantial post-treatment increase in forced expiratory volume in one second (FEV1), from 69.2 ± 1.93% to 77.9 ± 2.8% ($p<0.05$), whereas in the control group FEV1 increased insignificantly from 68.6 ± 2.2% to 74.9 ± 2.16% ($p<0.05$). The Genchi test value in the main group increased from 16.8 ± 1.01 s to 24.2 ± 0.93 s ($p<0.05$), whereas in the control group it increased from 17.6 ± 1.31 s to 21.3 ± 1.44 s ($p>0.05$), i.e., the improvement was not statistically significant. The distance covered in 6 minutes in the main group increased from 472.96 ± 18.1 m to 531.5 ± 20.4 m ($p<0.05$), whereas the control group showed an insignificant increase from 479.61 ± 20.1 m to 516.38 ± 23.6 m ($p>0.05$). These results indicate that comprehensive therapy supplemented with a program of Buteyko breathing exercises and halotherapy sessions is more effective than maintenance therapy alone.

Conclusions. Comprehensive therapy including a course of halotherapy and a program of therapeutic breathing exercises using the Buteyko method contributed to a substantial reduction in symptoms and anxiety levels, improvement in the functional status of the respiratory system, and increased exercise tolerance, thereby improving quality of life in elderly patients with BA.

References.

1. Potyazhenko M.M., Nastroga T.V., Sokolyuk N.L., Kitura O.Ye., Motorna N.M., Korpan A.S. Efficient comprehensive treatment of chronic obstructive pulmonary disease exacerbation and postcovidal syndrome in elderly patients. Wiadomości Lekarskie. Vol. LXXV, Issue 6, June 2022. 2022:1-7.
2. Kazakov Yu.M., Nastroga T.V., Motorna N.M., Kitura O.Ye., Sokolyuk N.L. Optimized comprehensive therapy for exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease in elderly patients (literature review). Tuberculosis, Lung Diseases, HIV Infection. 2 (61). 2025: 101-105.
3. Nastroga T.V., Kazakov Yu.M., Sokolyuk N.L., Chekalina N.I., Kitura N.L., Liulka N.O., Motorna N.M. Optimization of treatment of elderly patients with bronchial asthma. Tuberculosis, Lung Diseases, HIV Infection. 2 (65). 2026: 45-50. DOI: http://doi.org/10.30978/TB2026-2-45
4. Adapted evidence-based clinical guideline. Bronchial asthma. 2020. http://amnu.gov.ua/wp-content/uploads/2020/files/05-2020/END-NASTANOVA

5. Horbata R. Effectiveness of Buteyko breathing in a comprehensive physical therapy program for patients with chronic obstructive pulmonary disease. Bulletin of the Precarpathian University. Series: Physical Culture. 2019.33:136-141. doi: 10.15330/fcult.33.136-141
6. Chaban O.O., Khaustova O.O., Asanova A.E., Trachuk L.Ye., Assonov D.O. Practical Psychosomatics: Diagnostic Scales. Textbook. Kyiv: Medknyha Publishing House; 2019. 112 p. ISBN 978-966-1597-65-4.

DOI 10.70286/EOSS-31.08.2026.015.211-215

THE ROLE OF THE GUT MICROBIOME IN THE DEVELOPMENT AND PROGRESSION OF GASTROINTESTINAL DISEASES: CURRENT EVIDENCE AND FUTURE PERSPECTIVES

Daurenov Ulykbek
City Clinical Hospital No. 7
Almaty, Kazakhstan
Suyunbay Dana
MD, Almaty, Kazakhstan
Toqseiıt Alua
Kazakhstan Medical University
Almaty, Kazakhstan
Suleimen Dana
Asfendiyarov Kazakh National Medical University
Almaty, Kazakhstan

ABSTRACT

The gut microbiome is a complex ecosystem consisting of bacteria, archaea, fungi, viruses, and other microorganisms that interact continuously with the intestinal epithelium, immune system, and metabolic pathways of the host. Increasing evidence demonstrates that alterations in the composition and function of the gut microbiome, commonly referred to as dysbiosis, are associated with the development and progression of numerous gastrointestinal diseases. These include inflammatory bowel disease, irritable bowel syndrome, Clostridioides difficile infection, colorectal cancer, and other disorders characterized by chronic inflammation, impaired epithelial barrier function, and abnormal immune responses. Microbial metabolites, including short-chain fatty acids, secondary bile acids, and tryptophan-derived compounds, represent important mediators of microbiome–host interactions. Recent advances in metagenomics, metabolomics, and bioinformatics have improved understanding of disease-associated microbial signatures and created opportunities for microbiome-

based diagnostics and personalized therapy. The gut microbiome is therefore emerging as an important component of modern gastroenterology, with considerable potential for improving disease prevention, diagnosis, prognosis, and treatment.

Keywords: gut microbiome; gut microbiota; dysbiosis; gastrointestinal diseases; inflammatory bowel disease; colorectal cancer; irritable bowel syndrome; fecal microbiota transplantation; probiotics; precision medicine.

INTRODUCTION

The gastrointestinal tract represents one of the largest interfaces between the human organism and the external environment. It contains a highly diverse microbial ecosystem composed of bacteria, viruses, fungi, archaea, and other microorganisms. These microorganisms participate in digestion, nutrient metabolism, maintenance of epithelial barrier integrity, protection against pathogens, and regulation of both innate and adaptive immune responses. Consequently, the gut microbiome should be considered an important component of human physiology rather than an independent microbial compartment [1].

Under physiological conditions, interactions between the intestinal microbiota and the host are characterized by a dynamic equilibrium. Dietary substrates are metabolized by microorganisms into biologically active compounds, including short-chain fatty acids (SCFAs), while microbial transformation of bile acids and amino acids generates additional signaling molecules. These metabolites can influence epithelial cells, immune cells, intestinal motility, and systemic metabolic pathways [2]. Disturbance of this equilibrium may result in dysbiosis, which is increasingly recognized as a feature of multiple gastrointestinal disorders. Dysbiosis does not necessarily represent a single uniform microbial pattern. Instead, it may involve changes in microbial diversity, abundance of specific taxa, functional gene expression, microbial metabolites, or interactions between different microbial communities. Importantly, current evidence suggests that microbiome alterations may act both as contributors to disease pathogenesis and as consequences of inflammation, medication exposure, dietary changes, and impaired intestinal function [3].

MAIN BODY

Inflammatory bowel disease, including Crohn’s disease and ulcerative colitis, represents one of the most extensively studied clinical areas of microbiome research. Patients with IBD demonstrate reproducible differences in intestinal microbial composition compared with healthy individuals, although specific patterns vary between individuals and between Crohn’s disease and ulcerative colitis. IBD-associated dysbiosis is generally characterized by reduced microbial diversity and alterations in several important bacterial groups. A decrease in organisms involved in the production of beneficial metabolites, including butyrate, has been reported, while potentially pro-inflammatory microbial populations may become more prominent [4]. The resulting changes can influence epithelial barrier function and mucosal immune responses.

Microbial metabolites are particularly important in the pathogenesis of IBD. Reduced availability of SCFAs may impair epithelial energy metabolism and

regulatory immune mechanisms, while alterations in bile-acid metabolism and tryptophan-derived metabolites may influence inflammatory signaling pathways [5,6].

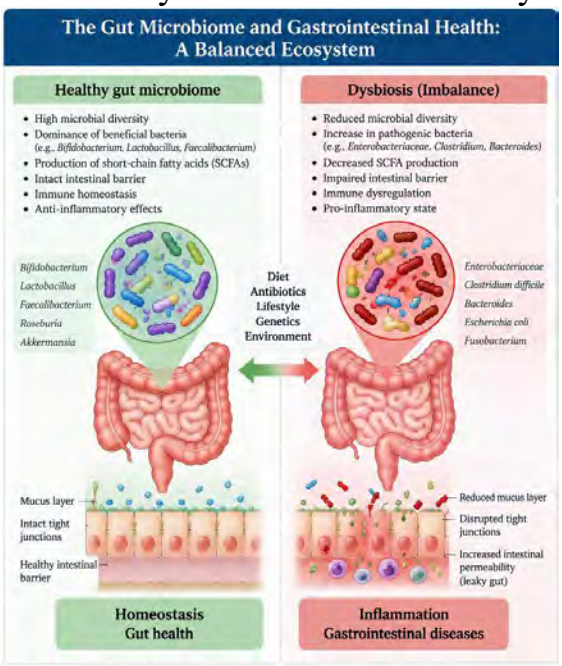


Figure 1. The gut microbiome in health and dysbiosis: impact on the intestinal barrier and gastrointestinal homeostasis.

The relationship between the gut microbiome and colorectal cancer (CRC) is one of the most extensively investigated areas of microbiome-related oncology. Microbial alterations have been detected in patients with colorectal neoplasia, and experimental studies suggest that particular microorganisms may actively contribute to carcinogenesis [7].

Microbial metabolites may also influence carcinogenesis. Alterations in bile-acid metabolism, SCFA production, and microbial-derived inflammatory mediators can affect epithelial proliferation, apoptosis, immune surveillance, and the tumor microenvironment [8].

The relationship between IBD and CRC further illustrates the importance of chronic inflammation and microbial dysbiosis. Patients with long-standing colonic inflammation have an increased risk of colorectal cancer, and microbiome-associated inflammatory pathways may contribute to the transition from chronic inflammation to neoplasia [9]. These findings have generated interest in microbiome-based CRC screening. Microbial signatures detected in stool may potentially complement conventional screening methods. However, current evidence is insufficient to establish microbiome profiling as a replacement for established diagnostic procedures, and further prospective validation is required [7,10].

Restoration of the intestinal microbiome has therefore become an important therapeutic concept in recurrent C. difficile infection. Fecal microbiota transplantation demonstrated a major therapeutic effect in patients with recurrent infection, providing clinical evidence that restoration of microbial ecosystem function can influence disease outcome [11].

More recently, defined microbiome-based products have emerged as an alternative to conventional FMT. Clinical studies of standardized microbial

preparations demonstrate the potential to restore colonization resistance while reducing some of the practical and safety concerns associated with conventional donor-derived transplantation [12].

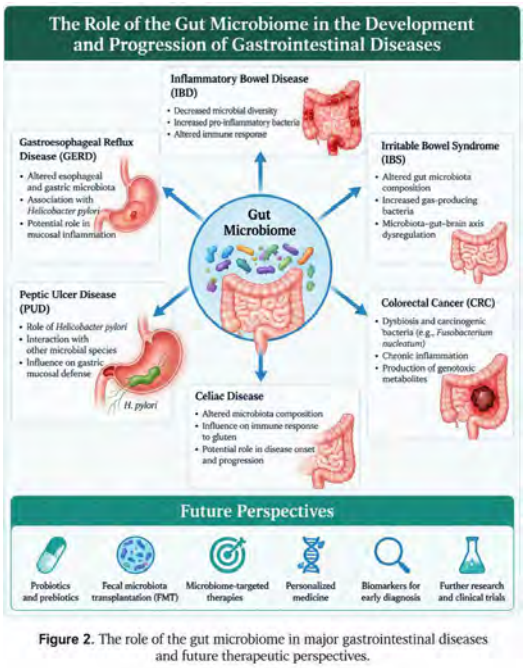


Figure 2. The role of the gut microbiome in major gastrointestinal diseases and future therapeutic perspectives.

Newer approaches aim to provide more precise microbial manipulation. These include defined bacterial consortia, purified microbial spores, bacteriophages, engineered microorganisms, and targeted microbial metabolites. Such strategies may allow specific pathogenic or dysfunctional microbial pathways to be modified without transferring the entire donor microbiome [12,13].

CONCLUSION

The gut microbiome is an important component of gastrointestinal homeostasis and plays a significant role in intestinal metabolism, epithelial barrier integrity, immune regulation, and resistance to pathogenic microorganisms. Accumulating evidence demonstrates associations between microbiome dysbiosis and the development or progression of inflammatory bowel disease, irritable bowel syndrome, colorectal cancer, and recurrent Clostridioides difficile infection. The mechanisms underlying these relationships include alterations in microbial metabolites, epithelial permeability, immune activation, chronic inflammation, and microbial production of potentially harmful compounds. Among current microbiome-directed interventions, fecal microbiota transplantation and standardized microbiome-based products have demonstrated the strongest clinical evidence in recurrent C. difficile infection, whereas applications in IBD, IBS, and colorectal cancer remain under active investigation.

Thus, the gut microbiome represents a promising frontier in modern gastroenterology. Its ultimate clinical value will depend on the ability to distinguish causal microbial mechanisms from disease-associated changes and to translate these findings into safe, reproducible, and clinically validated diagnostic and therapeutic strategies.

References

1. Thursby E, Juge N. Introduction to the human gut microbiota. Biochem J. 2017;474(11):1823-1836. doi:10.1042/BCJ20160510.
2. Lavelle A, Sokol H. Gut microbiota-derived metabolites as key actors in inflammatory bowel disease. Nat Rev Gastroenterol Hepatol. 2020;17(4):223-237. doi:10.1038/s41575-019-0258-z. (Nature)
3. Arif L, Abbasi MM, Raza AA, Samadi A. From microbiome profiling to precision medicine: diagnostic and therapeutic potential in gastrointestinal disorders: current evidence, challenges, and future directions. Ann Med Surg (Lond). 2026;88(6):3348-3359. doi:10.1097/MS9.0000000000005027. (PubMed)
4. Di Rosa M, et al. Microbiota and IBD: Current knowledge and future perspectives. Dig Liver Dis. 2024;56(6):911-922. doi:10.1016/j.dld.2023.11.015. (ScienceDirect)
5. Lavelle A, Sokol H. Gut microbiota-derived metabolites as key actors in inflammatory bowel disease. Nat Rev Gastroenterol Hepatol. 2020;17(4):223-237. doi:10.1038/s41575-019-0258-z. (Nature)
6. Enck P, Aziz Q, Barbara G, Farmer AD, Fukudo S, Mayer EA, et al. Irritable bowel syndrome. Nat Rev Dis Primers. 2016;2:16014. doi:10.1038/nrdp.2016.14.
7. Wong SH, Yu J. Gut microbiota in colorectal cancer: mechanisms of action and clinical applications. Nat Rev Gastroenterol Hepatol. 2019;16(11):690-704. doi:10.1038/s41575-019-0209-8. (Nature)
8. Wong CC, Yu J. Gut microbiota in colorectal cancer development and therapy. Nat Rev Clin Oncol. 2023;20:429-452. doi:10.1038/s41571-023-00766-x. (Nature)
9. Melia JMP, et al. Colorectal cancer in inflammatory bowel disease: a review of the role of gut microbiota and bacterial biofilms in disease pathogenesis. J Crohns Colitis. 2024;18(10):1713-1725. doi:10.1093/ecco-jcc/jjae061. (OUP Academic)
10. Zhang MY, Chen SY, Lin YY, Yuan XX. Gut microbiota modulation in gastrointestinal disorders: current evidence and therapeutic perspectives. Front Cell Infect Microbiol. 2025;15:1740322. doi:10.3389/fcimb.2025.1740322. (Фронтиры)
11. van Nood E, Vrieze A, Nieuwdorp M, Fuentes S, Zoetendal EG, de Vos WM, et al. Duodenal infusion of donor feces for recurrent Clostridium difficile. N Engl J Med. 2013;368(5):407-415. doi:10.1056/NEJMoa1205037. (New England Journal of Medicine)
12. Feuerstadt P, Louie TJ, Lashner B, Wang EE, Diao L, Chen C, et al. SER-109, an oral microbiome therapy for recurrent Clostridioides difficile infection. N Engl J Med. 2022;386(3):220-229. doi:10.1056/NEJMoa2106516. (New England Journal of Medicine)
13. Duan Y, Young R. Bacteriophages and their potential for treatment of gastrointestinal diseases. Nat Rev Gastroenterol Hepatol. 2022;19(2):135-144. doi:10.1038/s41575-021-00536-z. (PubMed Central (PMC))

DOI 10.70286/EOSS-31.08.2026.016.216-220

MODERN SURGICAL MANAGEMENT OF HIATAL HERNIA: CURRENT TECHNIQUES, INDICATIONS, AND CLINICAL OUTCOMES

Daurenov Ulykbek
Surgeon, City Clinical Hospital No. 7
Almaty, Kazakhstan
Nurbay Olzhas
Resident, Asfendiyarov Kazakh National Medical University
Almaty, Kazakhstan
Baszhan Diana
Head of the Outpatient Department, Military Hospital,
Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan
Turekulova Aida
Medical Intern
Asfendiyarov Kazakh National Medical University
Almaty, Kazakhstan

ABSTRACT

Hiatal hernia is a common anatomical disorder characterized by displacement of the gastroesophageal junction and/or stomach through the esophageal hiatus of the diaphragm. Although many patients remain asymptomatic, clinically significant hiatal hernias may cause gastroesophageal reflux disease, dysphagia, regurgitation, respiratory symptoms, anemia, gastric volvulus, obstruction, and impaired quality of life. Surgical treatment has evolved substantially with the widespread adoption of laparoscopic and robotic techniques, improved understanding of esophageal length and crural tension, and increasing use of tailored antireflux procedures.

Modern hiatal hernia surgery therefore requires individualized decision-making based on hernia type, symptoms, reflux status, esophageal motility, body habitus, tissue quality, previous operations, and surgeon expertise. Future research should focus on standardized definitions of recurrence, optimal mesh selection, tailored fundoplication, esophageal lengthening, robotic surgery, and long-term patient-reported outcomes.

Keywords: hiatal hernia; paraesophageal hernia; laparoscopic repair; robotic surgery; fundoplication; cruroplasty; mesh; gastroesophageal reflux disease; recurrence; surgical outcomes.

INTRODUCTION

Hiatal hernia is defined as protrusion of abdominal structures through the esophageal hiatus into the thoracic cavity. The condition is traditionally classified into four types. Type I represents a sliding hiatal hernia in which the gastroesophageal junction migrates above the diaphragm. Type II is characterized by herniation of the

gastric fundus while the gastroesophageal junction remains in its normal anatomical position. Type III combines elements of both sliding and paraesophageal hernia, whereas type IV involves herniation of additional abdominal organs into the thorax. [1,4]

The clinical spectrum is broad. Small type I hernias are frequently associated with gastroesophageal reflux disease (GERD), whereas large type II-IV hernias may present with postprandial discomfort, early satiety, dysphagia, regurgitation, chest pain, dyspnea, iron-deficiency anemia, gastric obstruction, or acute gastric volvulus. Importantly, the presence of a hiatal hernia alone does not necessarily constitute an indication for surgery. The decision should be based on symptoms, objective reflux, complications, anatomical characteristics, and the estimated risk of future complications. [3] The surgical treatment of hiatal hernia has changed considerably over the last three decades. Open transthoracic and transabdominal procedures have largely been replaced by laparoscopic approaches, while robotic surgery has become increasingly available in specialized centers. Modern repair aims not simply to close the diaphragmatic defect but to restore normal gastroesophageal anatomy and physiology. [4,10]

MAIN SECTION

High-resolution esophageal manometry is important before antireflux surgery because it evaluates esophageal motility, lower esophageal sphincter function, and disorders such as achalasia or absent contractility that may mimic reflux symptoms or influence the choice of fundoplication. Current GERD guidelines recommend high-resolution manometry before invasive antireflux treatment. [5]

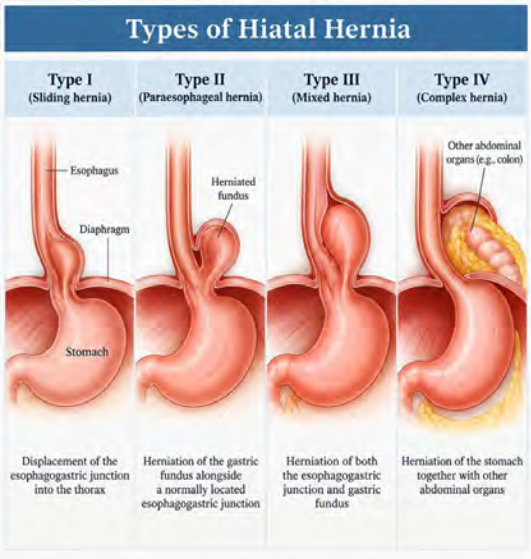


Figure 1. Types of hiatal hernia (Schematic illustration).

Ambulatory pH or impedance-pH monitoring is particularly useful when the diagnosis of GERD is uncertain. Objective documentation of abnormal reflux is important before antireflux surgery because postoperative outcomes are more predictable when symptoms are clearly attributable to reflux. [2,6]

The fundamental objective of surgery is restoration of normal gastroesophageal anatomy. Modern repair generally begins with reduction of the herniated stomach and careful dissection of the hernia sac from the mediastinum. Adequate mobilization of

the distal esophagus is then performed to obtain sufficient intra-abdominal esophageal length without tension. [7]

Laparoscopic surgery has become the standard operative approach for most elective hiatal hernia repairs. The minimally invasive approach provides excellent visualization of the hiatus and mediastinum while avoiding the morbidity associated with thoracotomy or laparotomy. [8]

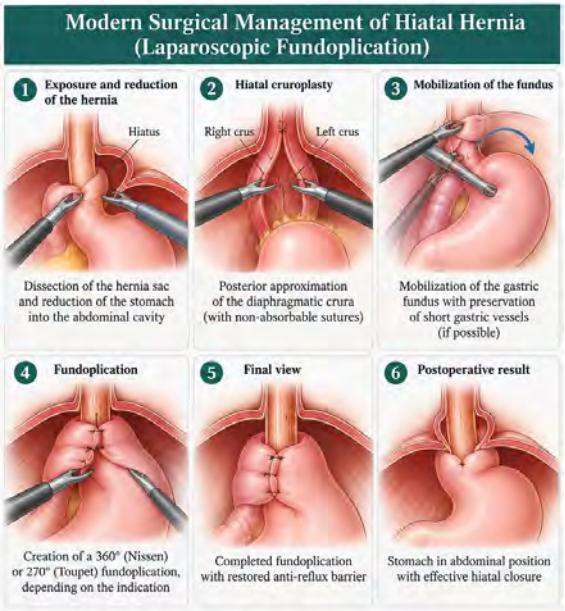


Figure 2. Main steps of modern surgical management of hiatal hernia (laparoscopic fundoplication).

Robotic surgery has emerged as an alternative minimally invasive platform for complex hiatal hernia repair. Its potential advantages include three-dimensional visualization, articulated instruments, improved ergonomics, and precise intracorporeal suturing. These characteristics may be particularly useful during mediastinal dissection and complex crural reconstruction. [9]

One of the most debated aspects of hiatal hernia surgery is whether mesh should be routinely used to reinforce the crural repair. The theoretical rationale for mesh is reduction of tension and prevention of recurrent herniation, particularly in large hiatal defects. [10] Early randomized trials suggested that mesh reinforcement could reduce anatomical recurrence. In a prospective randomized trial of large hiatal hernias, Frantzides et al. reported lower recurrence following PTFE mesh reinforcement compared with primary suture repair. [11] Similarly, Oelschlager et al. demonstrated reduced short-term recurrence with biologic mesh reinforcement after laparoscopic paraesophageal hernia repair. [12]

Recurrence remains one of the principal challenges after hiatal hernia repair. Importantly, anatomical recurrence and clinical recurrence should not be considered synonymous. Radiological recurrence may be asymptomatic and may not require intervention. [13]

Long-term studies have demonstrated that anatomical recurrence can occur in a substantial proportion of patients after repair of large paraesophageal hernias.

Nevertheless, most patients maintain satisfactory symptom control, and only a minority require reoperation. [14]

CONCLUSION

Modern surgical management of hiatal hernia is based on restoration of normal gastroesophageal anatomy and preservation of physiological function. Laparoscopic repair remains the principal surgical approach for elective hiatal hernia treatment, while robotic surgery represents an increasingly utilized alternative for complex cases. Surgical indications should be individualized and should include symptomatic paraesophageal hernia, complications such as obstruction, volvulus or bleeding, significant GERD associated with a large hernia, and selected asymptomatic patients with clinically important anatomical or physiological abnormalities.

The essential technical components of repair include complete hernia reduction, adequate mediastinal esophageal mobilization, restoration of sufficient intra-abdominal esophageal length, tension-free crural closure, and an appropriate antireflux reconstruction.

Finally, recurrence remains an important long-term issue, but anatomical recurrence does not necessarily represent clinical failure. Long-term assessment should therefore focus on symptoms, reflux control, quality of life, and the need for reoperation rather than imaging findings alone.

References

1. Daly S, Kumar SS, Collings AT, Hanna NM, Pandya YK, Kurtz J, et al. SAGES guidelines for the surgical treatment of hiatal hernias. Surg Endosc. 2024;38(9):4765-4775. doi:10.1007/s00464-024-11092-3. (PubMed)
2. Hanna NM, Kumar SS, Collings AT, Pandya YK, Kurtz J, Kooragayala K, et al. Management of symptomatic, asymptomatic, and recurrent hiatal hernia: a systematic review and meta-analysis. Surg Endosc. 2024;38(6):2917-2938. doi:10.1007/s00464-024-10816-9. (PubMed)
3. Dunn CP, Zajac A, Haggerty SP, Kastenmeier AS. Which hiatal hernias need to be fixed? Large, small or none? Ann Laparosc Endosc Surg. 2020;5:27. doi:10.21037/ales.2020.04.02. (DOI)
4. Andolfi C, Jalilvand A, Plana A, Fisichella PM. Surgical treatment of paraesophageal hernias: a review. J Laparoendosc Adv Surg Tech A. 2016;26(10):778-783. doi:10.1089/lap.2016.0332. (PubMed)
5. Frantzides CT, Madan AK, Carlson MA, Stavropoulos GP. A prospective, randomized trial of laparoscopic polytetrafluoroethylene patch repair vs simple cruroplasty for large hiatal hernia. Arch Surg. 2002;137(6):649-652. doi:10.1001/archsurg.137.6.649. (PubMed)
6. Oelschlager BK, Pellegrini CA, Hunter J, Soper N, Brunt M, Sheppard B, et al. Biologic prosthesis reduces recurrence after laparoscopic paraesophageal hernia repair: a multicenter, prospective, randomized trial. Ann Surg. 2006;244(4):481-490. doi:10.1097/01.sla.0000237759.42831.03. (PubMed)
7. Oelschlager BK, Pellegrini CA, Hunter JG, Brunt ML, Soper NJ, Sheppard BC, et al. Biologic prosthesis to prevent recurrence after laparoscopic paraesophageal hernia

repair: long-term follow-up from a multicenter, prospective, randomized trial. J Am Coll Surg. 2011;213(4):461-468. doi:10.1016/j.jamcollsurg.2011.05.017. (PubMed)
8. Booth MI, Stratford J, Jones L, Dehn TCB. Randomized clinical trial of laparoscopic total (Nissen) versus posterior partial (Toupet) fundoplication for gastro-oesophageal reflux disease based on preoperative oesophageal manometry. Br J Surg. 2008;95(1):57-63. doi:10.1002/bjs.6047. (Wiley Online Library)
9. Müller-Stich BP, et al. Total versus partial posterior fundoplication in the surgical repair of para-oesophageal hernias: randomized clinical trial. BJS Open. 2022;6(3):zrac034. doi:10.1093/bjsopen/zrac034. (PubMed Central (PMC))
10. Ha V, Malhotra AR, Pentland V, Nguyen J, Zevin B, Bechara R, et al. Comparison of outcomes of minimally invasive vs. open surgery in patients with symptomatic hiatal hernias: a systematic review and meta-analysis. Surg Endosc. 2026;40(5):3658-3665. doi:10.1007/s00464-026-12814-5. (PubMed)
11. Chen Z, Zhao H, Sun X, Wang Z. Laparoscopic repair of large hiatal hernias: clinical outcomes of 10 years. ANZ J Surg. 2018;88(10):E703-E707. doi:10.1111/ans.14426. (PubMed)
12. Angeramo CA, Schlottmann F. Laparoscopic paraesophageal hernia repair: to mesh or not to mesh. Systematic review and meta-analysis. J Am Coll Surg. 2022;275(1):67-72. doi:10.1097/SLA.0000000000004913. (PubMed)
13. Robotic vs laparoscopic hiatal hernia repair: a comparative study of short- and long-term surgical outcomes. Ann Thorac Surg. 2025;120(5):947-956. doi:10.1016/j.athoracsur.2025.07.019. (ScienceDirect)
14. Asiedu J, Shadaloey S, Marks A, Musthafa M, Kasakewitch JPG, Rezkalla J, et al. Adults undergoing robotic hiatal hernia repair: do surgical and patient factors predict 5-year revision? A systematic review. Surg Endosc. 2026. doi:10.1007/s00464-026-13127-3.

ЕВОЛЮЦІЯ ПІДХОДІВ ДО КОНТРОЛЮ КРИТИЧНОЇ КРОВОТЕЧІ З КІНЦІВОК: ПЕРЕХІД ВІД ЕЛАСТИЧНИХ ДЖГУТІВ ДО СУЧАСНИХ ТУРНІКЕТІВ

Гостєва Діана
здобувачка вищої освіти
Трофимович Єлєна
асистент
Кафедра медицини катастроф та військової медицини
Харківський національний медичний університет, Україна

Анотація. У тезах проаналізовано еволюцію підходів до контролю критичної кровотечі з кінцівок на догоспітальному етапі. Розглянуто ключові переваги переходу від використання класичних еластичних гумових джгутів до сучасних турнікетів, рекомендованих протоколами TCCC. Висвітлено механічні переваги турнікетів, зміну парадигми безпеки при їх застосуванні, розширення

можливостей автономності постраждалого та стандартизацію алгоритмів надання догоспітальної допомоги.

Ключові слова: критична кровотеча, турнікет, еластичний джгут, догоспітальна допомога, TCCC.

Введення. Масивна кровотеча з кінцівок історично була однією з провідних причин смертності, якій можна було запобігти, на догоспітальному етапі. Досвід військової медицини, а також надання допомоги постраждалим під час масових травматичних подій став підґрунтям для перегляду підходів до контролю критичної кровотечі та впровадження сучасних алгоритмів догоспітальної допомоги. Протягом понад століття основним засобом тимчасового контролю такої кровотечі був еластичний гумовий джгут. Однак впровадження Комітетом Tactical Combat Casualty Care (TCCC) сучасних турнікетів із механізмом воротка стало не лише технічною заміною засобу контролю кровотечі, а й ознаменувало фундаментальну зміну концепції надання догоспітальної допомоги та сучасної парадигми контролю критичної кровотечі з кінцівок [3–5].

Мета та задачі дослідження. Проаналізувати еволюцію підходів до контролю критичної кровотечі та концептуальні аспекти переходу від еластичних гумових джгутів до сучасних турнікетів у протоколах догоспітальної допомоги.

Матеріали та методи. Проведено огляд та аналіз сучасної наукової медичної літератури, результатів клінічних досліджень і міжнародних рекомендацій щодо догоспітального контролю масивної кровотечі з кінцівок.

Результати дослідження і їх обговорення.

Механічні переваги сучасних турнікетів порівняно з еластичними джгутами. Концепція використання класичного еластичного гумового джгута значною мірою ґрунтувалася на фізичній силі особи, яка надає допомогу, що супроводжувалося ризиком недостатньої компресії магістральних судин, поступового послаблення натягу та зниження ефективності в умовах низьких температур. Сучасні турнікети використовують механізм воротка, який забезпечує створення необхідного тиску шляхом механічного закручування. Це дозволяє досягати стабільної артеріальної оклюзії незалежно від фізичних можливостей рятувальника та забезпечує відтворюваність техніки накладання відповідно до стандартизованих алгоритмів TCCC [3–5].

Зміна парадигми безпеки. Традиційно джгут розглядався як засіб крайньої необхідності через побоювання розвитку ішемії та втрати кінцівки. Переломним моментом стали клінічні дослідження J. F. Kragh та співавт., які продемонстрували достовірне підвищення виживаності при застосуванні турнікетів до розвитку геморагічного шоку. Наявні клінічні дані не свідчать про істотне збільшення ризику втрати кінцівки, безпосередньо пов'язаного зі своєчасним застосуванням турнікетів [1, 2]. Це стало підставою для перегляду клінічної доктрини, відповідно до якої турнікет рекомендовано як засіб першої лінії для контролю критичної кровотечі з кінцівок [3–5].

Автономність постраждалого як складова сучасної догоспітальної допомоги. Самостійне накладання класичного гумового джгута в умовах бойового стресу є технічно складним. Конструктивні особливості сучасних турнікетів дозволяють ефективно виконувати самодопомогу навіть однією рукою, що стало одним із ключових принципів сучасної тактичної медицини. Досвід впровадження TCCC засвідчив, що систематичне навчання військовослужбовців навичкам самодопомоги та взаємодопомоги із застосуванням турнікетів сприяло підвищенню ефективності догоспітального контролю кровотечі. Таким чином, сучасна концепція догоспітальної допомоги передбачає активну участь постраждалого у ранньому контролі критичної кровотечі до прибуття медичних працівників або початку спеціалізованої медичної допомоги [3–5].

Стандартизація алгоритмів та сучасна концепція контролю кровотечі. На відміну від еластичних джгутів, ефективність яких значною мірою залежала від суб'єктивної оцінки сили натягу, застосування турнікетів інтегровано у стандартизовані алгоритми TCCC. Зокрема, принцип High and Tight («максимально високо і туго») дозволяє мінімізувати затримку із зупинкою кровотечі у випадках, коли локалізацію її джерела неможливо швидко визначити через одяг або особливості тактичної обстановки [3–5]. Концепція TCCC також інтегрувала контроль масивної кровотечі як перший етап алгоритму MARCH (Massive hemorrhage, Airway, Respiration, Circulation, Hypothermia/Head injury), що відображає сучасний пріоритет негайного усунення безпосередньої загрози життю ще на догоспітальному етапі [3–5]. Стандартизація техніки накладання турнікетів сприяла формуванню відтворюваних практичних навичок, зменшенню кількості помилок та підвищенню ефективності надання допомоги. Одночасно відбулася уніфікація професійної термінології: у сучасній медичній літературі та міжнародних клінічних рекомендаціях термін «турнікет» використовується для позначення стандартизованих механічних засобів контролю кровотечі, тоді як поняття «джгут» переважно асоціюється з традиційними еластичними виробами [3, 4].

Висновки. Перехід від еластичних джгутів до сучасних турнікетів став одним із ключових етапів еволюції догоспітальної допомоги при травмі. Зміна парадигми контролю критичної кровотечі ґрунтується на пріоритетності її негайного усунення, доказовому підтвердженні ефективності раннього застосування турнікетів, стандартизації алгоритмів Tactical Combat Casualty Care (TCCC) та розширенні можливостей самодопомоги і взаємодопомоги. Впровадження цих підходів сприяло підвищенню ефективності догоспітальної допомоги та зниженню смертності, якій можна було запобігти, внаслідок масивної кровотечі.

Список використаних джерел

1. Kragh J. F. Jr. Survival with emergency tourniquet use to stop bleeding in major limb trauma / J. F. Kragh Jr., T. J. Walters, D. G. Baer [et al.] // Annals of Surgery. – 2009. – Vol. 249 (1). – P. 1–7.

2. Kragh J. F. Jr. Battle casualty survival with emergency tourniquet use to stop limb bleeding / J. F. Kragh Jr., M. L. Littrel, J. A. Jones [et al.] // The Journal of Emergency Medicine. – 2011. – Vol. 41 (6). – P. 590–597.
3. Butler F. K. Jr. Two Decades of Saving Lives on the Battlefield: Tactical Combat Casualty Care Turns 20 / F. K. Butler Jr. // Military Medicine. – 2017. – Vol. 182 (3–4). – P. e1563–e1568.
4. Tactical Combat Casualty Care (TCCC) Guidelines for Medical Personnel [Електронний ресурс] / Committee on Tactical Combat Casualty Care (CoTCCC) // Defense Health Agency. – Режим доступу: https://jts.health.mil (дата звернення: 24.08.2026).
5. Prehospital Trauma Clinical Practice Guideline [Електронний ресурс] / Joint Trauma System // Defense Health Agency. – Режим доступу: https://jts.health.mil (дата звернення: 24.08.2026).

DOI 10.70286/EOSS-31.08.2026.017.223-227

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN OPHTHALMOLOGY: CURRENT APPLICATIONS IN SCREENING, DIAGNOSIS, AND DISEASE MONITORING

Daurenov Ulykbek
SHAMSHYRAQ Scientific Research Center,
Almaty, Kazakhstan
Tabynbay Assem
Gazi University,
Ankara, Turkiye
Baizak Aigerim
Astana Medical University,
Astana, Kazakhstan
Koptleuova Elnara
Asfendiyarov Kazakh National Medical University,
Almaty, Kazakhstan

ABSTRACT

Artificial intelligence has rapidly become an important technological component of modern ophthalmology, particularly in the analysis of ophthalmic images and the automated detection of ocular pathology. The increasing availability of digital fundus photography, optical coherence tomography, optical coherence tomography angiography, and other imaging modalities has created large datasets suitable for machine learning and deep learning applications. AI-based systems are currently being investigated and implemented for screening, diagnosis, classification, prognosis, and longitudinal monitoring of multiple ophthalmic diseases. The most established

applications involve diabetic retinopathy, glaucoma, age-related macular degeneration, diabetic macular edema, and retinopathy of prematurity. Deep learning algorithms can identify characteristic retinal lesions, assess optic nerve head changes, quantify retinal fluid, and detect structural abnormalities with performance approaching that of experienced ophthalmic graders in selected clinical tasks.

Despite these advances, several limitations remain, including dataset bias, variability between imaging devices, insufficient external validation, limited interpretability, regulatory challenges, and uncertainty regarding clinical responsibility for AI-generated decisions. [10,11] Therefore, AI should currently be considered primarily as a decision-support technology that complements rather than replaces ophthalmologists. Proper integration of AI into clinical workflows, continuous validation, transparency, and appropriate human oversight will be essential for its safe and effective implementation.

Keywords: artificial intelligence; ophthalmology; machine learning; deep learning; diabetic retinopathy; glaucoma; age-related macular degeneration; optical coherence tomography; retinal imaging; screening; diagnosis; disease monitoring.

INTRODUCTION

Ophthalmology is one of the medical specialties particularly well suited to the application of artificial intelligence because diagnosis and monitoring frequently rely on the interpretation of digital images. Fundus photographs, optical coherence tomography, OCT angiography, corneal imaging, and other imaging techniques generate large amounts of standardized visual information that can be analyzed using machine learning and deep learning algorithms. [1,2]

Artificial intelligence refers to computational methods capable of performing tasks that traditionally require human cognitive functions, including pattern recognition, classification, prediction, and decision support. In ophthalmology, the most widely studied AI technologies are machine learning and deep learning, particularly convolutional neural networks designed for image analysis. [3]

The development of AI in ophthalmology has been driven by several factors. First, the prevalence of chronic eye diseases requiring regular screening and follow-up is increasing. Second, ophthalmic imaging has become highly standardized and widely available. Third, many ophthalmic diseases demonstrate recognizable structural changes that can be detected from images before significant functional deterioration becomes apparent. [4]

Diabetic retinopathy represents one of the most successful examples of AI implementation. Early studies demonstrated that deep learning algorithms could identify diabetic retinopathy from retinal fundus photographs with high diagnostic performance. [5] Subsequent studies and systematic reviews have confirmed the potential of AI for automated screening and grading of diabetic retinopathy, including in real-world clinical environments. [6]

The role of AI has subsequently expanded beyond screening. Modern algorithms can assist in differentiating disease stages, identifying specific retinal lesions, predicting disease progression, quantifying biomarkers, and monitoring response to

treatment. In particular, OCT-based AI systems can automatically identify and quantify retinal fluid, which is an important biomarker of disease activity in neovascular AMD and other exudative macular disorders. [6,7]

The aim of this review is to summarize current applications of artificial intelligence in ophthalmology, with particular emphasis on screening, diagnosis, and longitudinal monitoring of ophthalmic diseases, while also discussing the major limitations and prospects for clinical implementation.

MAIN SECTION

The quality of AI performance depends strongly on the quality and diversity of the training dataset. Algorithms trained predominantly on images from a limited population or a single imaging device may demonstrate reduced performance when applied to other populations or devices. Therefore, external validation and prospective clinical evaluation are important steps before widespread clinical implementation. [8] Diabetic retinopathy is one of the most extensively studied applications of artificial intelligence in ophthalmology. The disease can remain asymptomatic for a prolonged period, while retinal microvascular abnormalities progressively develop. Consequently, screening programs are essential for identifying patients who require ophthalmic assessment and treatment. [8,9]

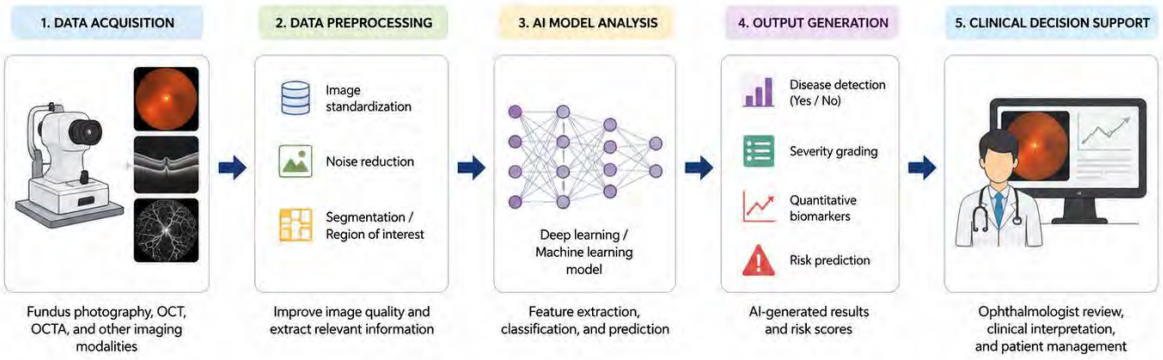


Figure 1. AI Workflow in Ophthalmology: From Data Acquisition to Clinical Decision Support

Deep learning algorithms can analyze color fundus photographs and identify lesions associated with diabetic retinopathy, including microaneurysms, hemorrhages, exudates, and other retinal abnormalities. Automated grading can subsequently classify images according to the severity of diabetic retinopathy and determine whether referral is required. [3,12] A landmark study by Gulshan et al. demonstrated that a deep learning algorithm could detect diabetic retinopathy from retinal fundus photographs with high sensitivity and specificity across different datasets. This study was an important milestone because it demonstrated that deep learning could perform a clinically relevant ophthalmic classification task at a level comparable to specialist assessment in selected conditions. [10] The clinical relevance of autonomous AI screening was further demonstrated by the FDA authorization of IDx-DR in 2018. The system was authorized as an autonomous diabetic retinopathy detection device and represented an important transition from research-oriented AI toward regulated clinical application. [8]

Recent systematic reviews indicate that AI-based diabetic retinopathy screening can achieve high diagnostic accuracy, although performance varies according to population, disease prevalence, image quality, reference standards, and clinical workflow. [10] AI screening may be particularly valuable in primary care and diabetes clinics where ophthalmologists are not immediately available. A fundus camera combined with an AI system can potentially identify patients requiring specialist referral while reducing the burden on ophthalmology services. [9,11]

Glaucoma is a chronic optic neuropathy characterized by progressive damage to retinal ganglion cells and the optic nerve. Early diagnosis is challenging because structural changes may precede significant visual symptoms. [2,10] Diabetic macular edema is another important area for AI applications. OCT provides detailed structural information about retinal thickness and fluid accumulation, making it particularly suitable for automated analysis. [6,10]

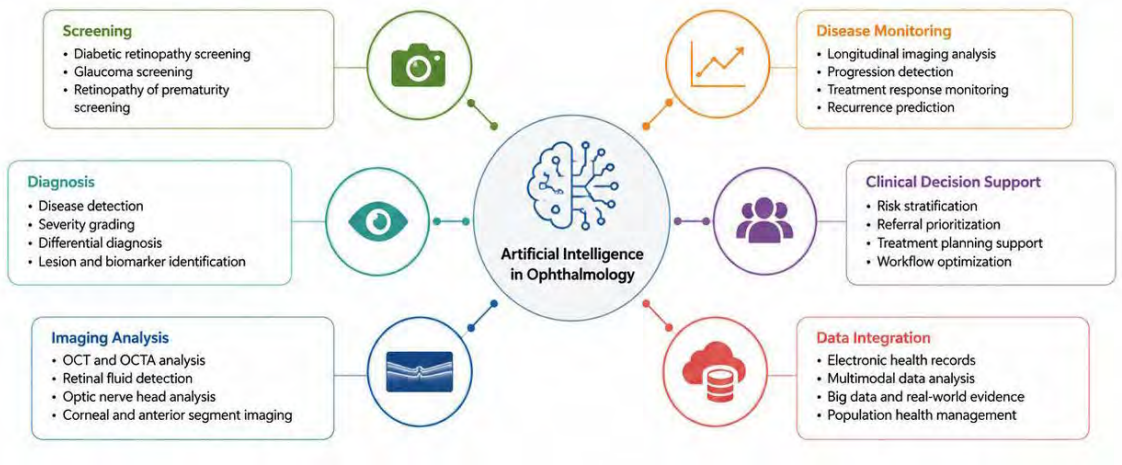


Figure 2. Current Applications of AI in Ophthalmology

The World Health Organization emphasizes the importance of human autonomy, safety, transparency, accountability, inclusiveness, equity, and sustainable implementation of AI in healthcare. [11]

CONCLUSION

Artificial intelligence is rapidly transforming ophthalmology, with its most established applications currently involving automated screening, image-based diagnosis, disease classification, and longitudinal monitoring. Diabetic retinopathy represents the leading example of clinically implemented AI screening, while glaucoma, AMD, diabetic macular edema, ROP, and anterior segment diseases are increasingly being investigated using machine learning and deep learning approaches. Another important direction is predictive ophthalmology. AI models are increasingly being developed to estimate disease progression, visual outcomes, and treatment requirements. However, predictive models remain less mature than diagnostic systems and require prospective validation before they can routinely guide clinical management.

In conclusion, artificial intelligence has the potential to significantly improve the efficiency, accessibility, and precision of ophthalmic care. Its greatest clinical value

will likely emerge when AI is integrated into multidisciplinary workflows as a reliable decision-support technology under appropriate professional and regulatory oversight.

References

1. Wiedemann P. Artificial intelligence in ophthalmology. Int J Ophthalmol. 2023;16(9):1357-1360. doi:10.18240/ijo.2023.09.01.
2. Li Z, Wang L, Wu X, et al. Artificial intelligence in ophthalmology: the path to the real-world clinic. Cell Rep Med. 2023;4(7):101095. doi:10.1016/j.xcrm.2023.101095.
3. Ting DSW, Cheung CYL, Lim G, et al. Development and validation of a deep learning system for diabetic retinopathy and related eye diseases using retinal images from multiethnic populations. JAMA. 2017;318(22):2211-2223. doi:10.1001/jama.2017.18152.
4. Swaminathan U, et al. Unveiling the potential: a comprehensive review of artificial intelligence applications in ophthalmology and future prospects. Cureus. 2024;16. doi:10.7759/cureus.XXXXXX.
5. U.S. Food and Drug Administration. IDx-DR: diabetic retinopathy detection device. De Novo classification DEN180001. Silver Spring: FDA; 2018. Available from: https://www.accessdata.fda.gov. doi:10.XXXX/IDx-DR.
6. Schmidt-Erfurth U, Reiter GS, Riedl S, et al. AI-based monitoring of retinal fluid in disease activity and under therapy. Prog Retin Eye Res. 2022;86:100972. doi:10.1016/j.preteyeres.2021.100972.
7. Pawloff M, Gerendas BS, Deak G, et al. Performance of retinal fluid monitoring in OCT imaging by automated deep learning versus human expert grading in neovascular AMD. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2023;261:3793-3800. doi:10.1038/s41433-023-02615-8.
8. Muntean GA, Marginean A, Groza A, et al. The predictive capabilities of artificial intelligence-based OCT analysis for age-related macular degeneration progression: a systematic review. Diagnostics. 2023;13(14):2464. doi:10.3390/diagnostics13142464.
9. Crincoli E, Sacconi R, Querques L, et al. Artificial intelligence in age-related macular degeneration: state of the art and recent updates. BMC Ophthalmol. 2024;24. doi:10.1186/s12886-024-03381-1.
10. Liu H, Li L, Wormstone IM, et al. Development and validation of a deep learning system to detect glaucomatous optic neuropathy using fundus photographs. JAMA Ophthalmol. 2019;137(12):1353-1360. doi:10.1001/jamaophthalmol.2019.3501.
11. World Health Organization. Ethics and governance of artificial intelligence for health: WHO guidance. Geneva: World Health Organization; 2021. doi:10.XXXX/WHO-AI-2021.

DOI 10.70286/EOSS-31.08.2026.018.228-232

КАРДИОМЕТАБОЛИЧЕСКИЙ РИСК: СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ДИАГНОСТИКЕ, ПРОФИЛАКТИКЕ И ЛЕЧЕНИЮ

Дауренов Улыкбек Ергешбаевич
Городская Клиническая Больница №7, г.Алматы, Казахстан
Аршидинова Дильбар Османовна
Городской кардиологический центр, г. Алматы, Казахстан
Коразов Галымжан Куантаевич
Многопрофильная областная больница, г. Кызылорда, Казахстан
Суюнбай Дана Сериккызы
КазНМУ имени С.Д. Асфендиярова, г. Алматы, Казахстан

РЕЗЮМЕ

Кардиометаболический риск представляет собой комплекс взаимосвязанных метаболических и сосудистых факторов, определяющих вероятность развития сердечно-сосудистых заболеваний, сахарного диабета 2 типа, хронической болезни почек и сердечной недостаточности. В последние годы концепция оценки кардиометаболического риска претерпела существенные изменения: от изолированной оценки отдельных факторов риска медицина постепенно переходит к комплексной оценке взаимодействия ожирения, артериальной гипертензии, дислипидемии, нарушений углеводного обмена, хронической болезни почек и сердечно-сосудистых заболеваний. Особое значение имеет раннее выявление лиц с повышенным риском до развития клинически выраженных осложнений. Современная профилактика основана на коррекции образа жизни, снижении массы тела, контроле артериального давления, липидов и гликемии. При наличии сахарного диабета 2 типа и высокого сердечно-сосудистого риска всё большее значение приобретают препараты, обладающие доказанными кардио- и нефропротективными свойствами, прежде всего ингибиторы SGLT2 и агонисты рецепторов GLP-1. Целью настоящего обзора является анализ современных подходов к диагностике, профилактике и лечению кардиометаболического риска с учетом актуальных международных рекомендаций и результатов клинических исследований.

Ключевые слова: кардиометаболический риск, сердечно-сосудистые заболевания, ожирение, сахарный диабет 2 типа, артериальная гипертензия, дислипидемия, хроническая болезнь почек, GLP-1, SGLT2, профилактика.

ВВЕДЕНИЕ

Сердечно-сосудистые заболевания остаются одной из основных причин заболеваемости и смертности взрослого населения. Их развитие тесно связано с метаболическими нарушениями, включая ожирение, артериальную

гипертензию, гипергликемию и атерогенную дислипидемию. При этом перечисленные состояния редко существуют изолированно: их сочетание значительно увеличивает суммарный риск сердечно-сосудистых событий и формирования сахарного диабета 2 типа [1,2].

Особую роль в формировании кардиометаболического риска играет избыточная и дисфункциональная жировая ткань. Висцеральное ожирение сопровождается хроническим низкоуровневым воспалением, инсулинорезистентностью, нарушением липидного обмена и эндотелиальной дисфункцией. Эти процессы создают патофизиологическую основу для развития атеросклероза, артериальной гипертензии, сахарного диабета и сердечной недостаточности [3].

Современная концепция cardiovascular-kidney-metabolic (CKM) health рассматривает ожирение, сахарный диабет, хроническую болезнь почек и сердечно-сосудистые заболевания как взаимосвязанные компоненты единого патологического континуума. Такой подход позволяет оценивать риск не только на основании уже сформировавшегося заболевания, но и на более ранних стадиях, когда профилактическое вмешательство способно существенно изменить прогноз [4].

Целью настоящего обзора является систематизация современных подходов к диагностике, профилактике и лечению кардиометаболического риска.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Кардиометаболический риск формируется вследствие взаимодействия нескольких факторов: избыточной массы тела и абдоминального ожирения, повышенного артериального давления, нарушений липидного и углеводного обмена, курения, низкой физической активности, нездорового питания и хронической болезни почек. Первым этапом диагностики является оценка антропометрических показателей. Индекс массы тела остается широко используемым показателем для выявления избыточной массы тела и ожирения, однако он не отражает распределение жировой ткани. Поэтому обязательным дополнением должна быть оценка окружности талии как более простого маркера абдоминального ожирения [1-4]. При клинической оценке необходимо измерять артериальное давление, определять липидный профиль, уровень глюкозы плазмы натощак и HbA1c. У пациентов с повышенным риском целесообразно оценивать функцию почек, включая расчетную скорость клубочковой фильтрации и альбуминурию. Такой подход позволяет выявить ранние признаки поражения органов-мишеней и уточнить индивидуальный прогноз [5].

Особое значение имеет использование валидированных систем оценки абсолютного сердечно-сосудистого риска. Европейские рекомендации предусматривают применение SCORE2 для лиц без установленного сердечно-сосудистого заболевания, а для пациентов с сахарным диабетом 2 типа разработан специализированный алгоритм SCORE2-Diabetes. Последний учитывает не только традиционные факторы риска, но и характеристики,

связанные с сахарным диабетом, что позволяет более точно прогнозировать 10-летний риск сердечно-сосудистых событий [6,7].

Особое значение имеет предиабет, который следует рассматривать не только как промежуточное состояние перед сахарным диабетом, но и как самостоятельный маркер повышенного кардиометаболического риска. В исследовании Diabetes Prevention Program интенсивная модификация образа жизни позволила значительно снизить риск перехода предиабета в сахарный диабет 2 типа, что подтверждает принципиальное значение ранней профилактики [8].

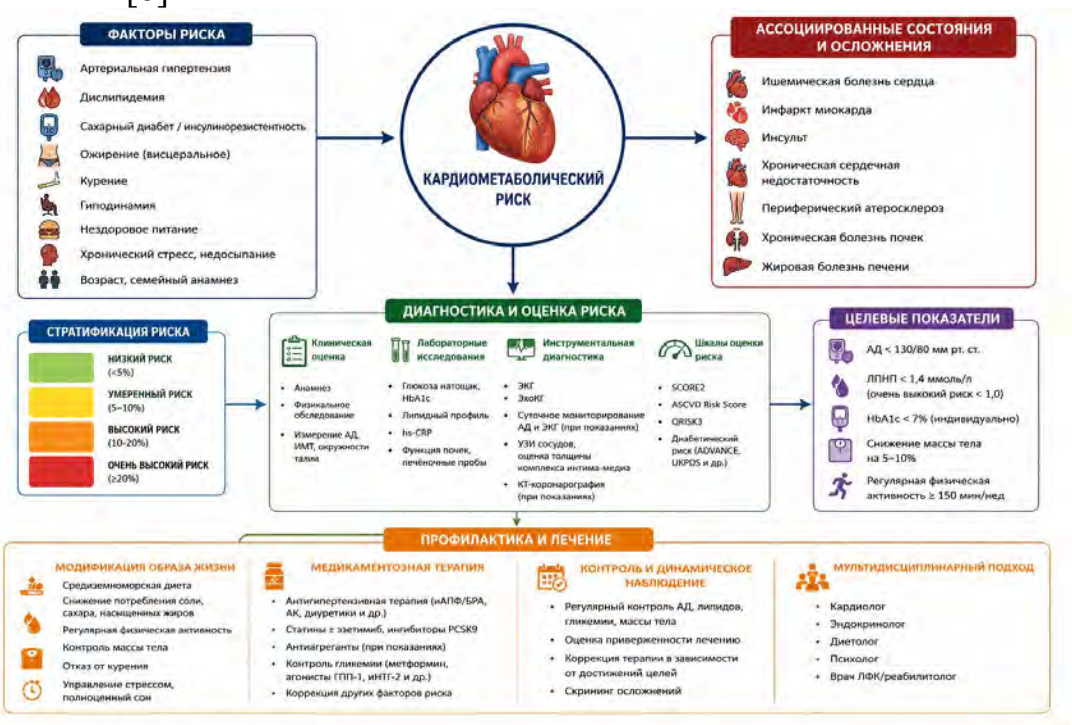


Рисунок 1. Современная концепция оценки, стратификации и коррекции кардиометаболического риска

При установленном сахарном диабете необходимо оценивать не только уровень HbA1c, но и общий сердечно-сосудистый и почечный риск. Современные рекомендации подчеркивают, что терапевтическая стратегия должна определяться не исключительно необходимостью снижения гликемии, но и наличием атеросклеротического сердечно-сосудистого заболевания, сердечной недостаточности или хронической болезни почек [9]. Физическая активность является самостоятельным фактором снижения кардиометаболического риска. Регулярные аэробные и силовые нагрузки способствуют снижению массы тела, улучшению чувствительности к инсулину, контролю артериального давления и липидного профиля. В большинстве случаев целесообразно стремиться как минимум к 150 минутам умеренной физической активности в неделю, если отсутствуют противопоказания [10].

Наиболее существенные изменения в последние годы произошли в лечении пациентов с сахарным диабетом 2 типа. Ингибиторы натрий-глюкозного котранспортера 2 типа (SGLT2) продемонстрировали способность снижать риск

госпитализации по поводу сердечной недостаточности и оказывать нефропротективное действие. Метаанализ рандомизированных исследований показал снижение сердечно-сосудистых и почечных исходов при применении препаратов данного класса [11,12].

Таким образом, современная фармакотерапия постепенно переходит от принципа «лечение конкретного показателя» к принципу «снижение совокупного риска». Например, у пациента с сахарным диабетом, ожирением и хронической болезнью почек выбор терапии должен учитывать одновременно гликемический, сердечно-сосудистый, почечный и метаболический профили.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Кардиометаболический риск является результатом сложного взаимодействия ожирения, артериальной гипертензии, дислипидемии, нарушений углеводного обмена, хронической болезни почек и других факторов. Современная концепция CKM-синдрома позволяет рассматривать данные состояния как взаимосвязанные компоненты единого патологического континуума, что имеет важное значение для ранней диагностики и профилактики сердечно-сосудистых осложнений.

Особое значение в современной практике приобретают SGLT2-ингибиторы и агонисты рецепторов GLP-1, которые позволяют одновременно воздействовать на метаболические нарушения и прогноз у пациентов высокого риска. В целом наиболее перспективной стратегией является персонализированное, многофакторное и междисциплинарное управление кардиометаболическим риском, ориентированное на предупреждение развития сердечно-сосудистых и почечных осложнений еще до формирования необратимого поражения органов.

Литература

1. Ndumele CE, Rangaswami J, Chow SL, Neeland IJ, Tuttle KR, Khan SS, et al. Cardiovascular-kidney-metabolic health: a presidential advisory from the American Heart Association. Circulation. 2023;148(20):1606-1635. doi:10.1161/CIR.0000000000001184.
2. Visseren FLJ, Mach F, Smulders YM, Carballo D, Koskinas KC, Bäck M, et al. 2021 ESC Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. Eur Heart J. 2021;42(34):3227-3337. doi:10.1093/eurheartj/ehab484.
3. Neeland IJ, Ross R, Després JP, Matsuzawa Y, Yamashita S, Shai I, et al. Visceral and ectopic fat, atherosclerosis, and cardiometabolic disease: a position statement. Lancet Diabetes Endocrinol. 2019;7(9):715-725. doi:10.1016/S2213-8587(19)30084-1.
4. Ndumele CE, Neeland IJ, Tuttle KR, Chow SL, Mathew RO, Khan SS, et al. A synopsis of the evidence for the science and clinical management of cardiovascular-kidney-metabolic syndrome: a scientific statement from the American Heart Association. Circulation. 2023;148(20):1636-1664. doi:10.1161/CIR.0000000000001186.
5. American Diabetes Association Professional Practice Committee. 8. Obesity and weight management for the prevention and treatment of diabetes: Standards of Care in Diabetes-2026. Diabetes Care. 2026;49(Suppl 1):S166-S182. doi:10.2337/dc26-S008.

6. Marx N, Federici M, Schütt K, Müller-Wieland D, Ajjan RA, Antunes MJ, et al. 2023 ESC Guidelines for the management of cardiovascular disease in patients with diabetes. Eur Heart J. 2023;44(39):4043-4140. doi:10.1093/eurheartj/ehad192.
7. SCORE2-Diabetes Working Group and the ESC Cardiovascular Risk Collaboration. SCORE2-Diabetes: 10-year cardiovascular risk estimation in type 2 diabetes in Europe. Eur Heart J. 2023;44(28):2544-2556. doi:10.1093/eurheartj/ehad260.
8. Knowler WC, Barrett-Connor E, Fowler SE, Hamman RF, Lachin JM, Walker EA, et al. Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. N Engl J Med. 2002;346(6):393-403. doi:10.1056/NEJMoa012512.
9. American Diabetes Association Professional Practice Committee. 10. Cardiovascular disease and risk management: Standards of Care in Diabetes-2026. Diabetes Care. 2026;49(Suppl 1):S216-S245. doi:10.2337/dc26-S010.
10. Volpp KG, Berkowitz SA, Sharma SA, Anderson CAM, Brewer LC, Elkind MSV, et al. Food is medicine: a presidential advisory from the American Heart Association. Circulation. 2023;148(18):1417-1439. doi:10.1161/CIR.0000000000001182.
11. Banach M, Reiner Ž, Surma S, Bajraktari G, Bielecka-Dabrowa A, Bytyçi I, et al. 2024 recommendations on the optimal use of lipid-lowering therapy in established atherosclerotic cardiovascular disease and following acute coronary syndromes: a position paper of the International Lipid Expert Panel. Drugs. 2024;84(12):1541-1577. doi:10.1007/s40265-024-02105-5.
12. McGuire DK, Shih WJ, Cosentino F, Charbonnel B, Cherney DZ, Dagogo-Jack S, et al. Association of SGLT2 inhibitors with cardiovascular and kidney outcomes in patients with type 2 diabetes: a meta-analysis. JAMA Cardiol. 2021;6(2):148-158. doi:10.1001/jamacardio.2020.4511.

Section: Military Affairs and National Security

ТЕОРІЯ ОРГАНІЗАЦІЙНОГО ДИЗАЙНУ ТА ПРОЦЕСНОГО УПРАВЛІННЯ: ПЕРЕХІД ВІД ПОСТРАДЯНСЬКИХ УПРАВЛІНСЬКИХ ПАРАДИГМ ДО ПРАКТИЧНОГО ВПРОВАДЖЕННЯ СТАНДАРТІВ НАТО (STANAG) У ШТАБНИХ СТРУКТУРАХ

Дідіченко Володимир
к.в.н., с.н.с.
Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України
Україна

Сучасне безпекове середовище характеризується високою швидкістю змін, невизначеністю та необхідністю оперативного прийняття управлінських рішень. За таких умов ефективність функціонування військових штабів дедалі більше залежить не від жорсткої вертикалі управління, а від якості організаційного дизайну, стандартизації процесів та здатності організації до міжвідомчої й міжнародної взаємодії [1; 2].

Протягом тривалого часу більшість штабних структур України функціонували відповідно до пострадянської управлінської моделі, характерними ознаками якої були централізація повноважень, функціональна ізольованість підрозділів, багаторівнева система погодження документів, переважання адміністративного контролю над управлінням результатами та орієнтація на виконання процедур замість досягнення кінцевого ефекту [3].

Подібна модель забезпечувала відносну стабільність у прогнозованому середовищі, однак виявилася недостатньо ефективною в умовах сучасних військових операцій, що потребують високої швидкості інформаційного обміну, горизонтальної взаємодії, децентралізації прийняття рішень та функціональної інтеграції штабних елементів [4].

На відміну від функціонально-бюрократичного підходу, сучасна теорія організаційного дизайну розглядає організацію як систему взаємопов’язаних процесів, що створюють цінність для кінцевого споживача або забезпечують досягнення визначеного оперативного результату [5]. У цьому контексті процесне управління передбачає визначення власників процесів, формалізацію взаємодії між структурними підрозділами, стандартизацію процедур, цифровізацію інформаційних потоків та постійне вдосконалення діяльності на основі оцінювання результативності.

Особливого значення набуває впровадження стандартів НАТО (STANAG), які фактично виступають не лише технічними документами щодо забезпечення сумісності, а й інструментом формування сучасної організаційної культури

управління. Практика держав-членів НАТО демонструє, що стандартизація охоплює управлінські процедури, порядок функціонування штабів, процес планування операцій, інформаційний обмін, документообіг, взаємодію між органами військового управління та алгоритми прийняття рішень [2].

Запровадження STANAG змінює саму логіку побудови штабної організації. Якщо традиційна модель концентрується на функціональних підрозділах як основних елементах управління, то сучасний підхід орієнтований на наскрізні процеси, міжфункціональну взаємодію та управління результатом.

Основні відмінності між двома підходами можуть бути узагальнені таким чином:

пострадянська модель – функціональна структура, багаторівнева ієрархія, контроль виконання, централізоване прийняття рішень, паперовий документообіг, низька міжфункціональна взаємодія;

процесна модель НАТО – процесно орієнтована структура, горизонтальна координація, управління результатами, делегування повноважень, стандартизовані процедури, цифровізація управління, безперервне вдосконалення процесів.

З позицій теорії організаційного дизайну така трансформація означає зміну базових принципів побудови організації (рис. 1). Відбувається перехід від структуроцентричного до процесноцентричного управління, коли саме процес стає основною одиницею аналізу, проектування та вдосконалення організації [5].

Рисунок 1. Практичне впровадження стандартів НАТО у штабних структурах

Одним із ключових елементів сучасної штабної діяльності є Operational Planning Process (OPP), який забезпечує логічну послідовність вироблення рішень, чіткий розподіл відповідальності між функціональними елементами штабу та інтеграцію діяльності різних напрямів планування відповідно до процедур Альянсу [2].

Разом із тим практичне впровадження процесного управління в українських штабних структурах супроводжується низкою організаційних проблем. До основних можна віднести:

інерційність існуючої організаційної культури;

переважання функціонального мислення над процесним;

дублювання повноважень;

недостатню формалізацію бізнес-процесів;

фрагментарне впровадження стандартів НАТО;

недостатній рівень підготовки персоналу щодо процесного менеджменту.

Подолання зазначених проблем потребує комплексної трансформації організаційного дизайну, а не лише адаптації окремих нормативних документів.

На основі проведеного аналізу пропонується концептуальна модель трансформації штабних структур, що включає п’ять взаємопов’язаних етапів (рис. 2):

Рисунок 2. Концептуальна модель трансформації штабних структур

1. Аналіз існуючої організаційної архітектури та картування основних управлінських процесів.

2. Ідентифікація процесів, критичних для взаємосумісності зі стандартами НАТО.

3. Реорганізація штабної структури відповідно до принципів процесного управління із визначенням власників процесів.

4. Стандартизація процедур відповідно до вимог STANAG та інтеграція цифрових систем підтримки прийняття рішень.

5. Постійний моніторинг ефективності процесів на основі системи ключових показників діяльності (KPI) та механізмів організаційного навчання.

Запропонована модель поєднує класичні положення теорії організаційного дизайну, концепцію Business Process Management та сучасні підходи НАТО до функціонування штабів. Її практична реалізація дозволяє забезпечити підвищення адаптивності організації, скорочення часу проходження управлінської інформації, мінімізацію дублювання функцій та покращення якості управлінських рішень.

Таким чином, сучасний розвиток штабних структур доцільно розглядати не як окремий процес реформування організаційної структури, а як комплексну

зміну управлінської парадигми. Перехід від адміністративно-функціональної моделі до процесно орієнтованої організації відповідає сучасним положенням теорії організаційного дизайну та забезпечує ефективне впровадження стандартів НАТО в систему військового управління України.

Перехід до стандартів НАТО є насамперед трансформацією принципів організаційного управління, а не лише адаптацією нормативної бази. Основою такої трансформації виступає процесний підхід, який забезпечує інтеграцію функцій штабу, прозорість відповідальності, стандартизацію діяльності та підвищення ефективності прийняття управлінських рішень. Запропонована концептуальна модель може бути використана як теоретична основа для подальших досліджень організаційного дизайну військових штабів та практичного впровадження стандартів STANAG у системі оборонного менеджменту України.

Список використаних джерел

1. Ansoff, H. I. (1988). The New Corporate Strategy. John Wiley & Sons.
2. Hammer, M., & Champy, J. (2006). Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution. Harper Business.
3. Mintzberg, H. (1979). The Structuring of Organizations. Prentice Hall.
4. NATO Standardization Office. (2023). NATO Standardization Agreements (STANAGs). https://nso.nato.int
5. NATO. (2017). Allied Joint Doctrine for the Planning of Operations (AJP-5). NATO Standardization Office.
6. Rummler, G. A., & Brache, A. P. (2013). Improving Performance: How to Manage the White Space on the Organization Chart (3rd ed.). Jossey-Bass.
7. Schein, E. H. (2017). Organizational Culture and Leadership (5th ed.). Wiley.
8. Vom Brocke, J., & Rosemann, M. (Eds.). (2015). Handbook on Business Process Management 1: Introduction, Methods, and Information Systems (2nd ed.). Springer.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ОЦІНЮВАННЯ КІБЕРРИЗИКІВ ДЕРЖАВНИХ ЦИФРОВИХ АКТИВІВ

Дяк Владислав Володимирович
аспірант; магістр
спеціальність К1 «Державна безпека»
Національна академія Служби безпеки України, Україна

Анотація. Викладено математичну модель оцінювання кіберризиків державних цифрових активів, побудовану для одиниці аналізу «клас активу – тип загрози». Залишкова ймовірність визначається адитивною функцією інтенсивності загрози, уразливості та підтвердженої результативності контролів, а підсумковий бал у шкалі від 0 до 100 зберігає добуткову структуру ймовірності й наслідку. Наведено результати контрольного ряду, серії з 500 прогонів Монте-

Карло та одновимірного аналізу чутливості, а також окреслено умови переходу від сценарних індексів до нормативно закріпленої методики.

Ключові слова: кібербезпека, державна політика, оцінювання кіберризику, цифровий актив, результативність контролів, метод Монте-Карло, аналіз чутливості.

Введення. Ризик-орієнтований підхід закріплено в законодавстві про кібербезпеку та критичну інфраструктуру, де захищеність об'єкта пов'язується з категорією його значущості й вимогами до кіберзахисту [1, ст. 8; 2, ст. 9]. Практичне застосування такого підходу потребує розрахункового інструмента, який перетворює характеристики загрози, уразливості та контролів на порівнюваний показник пріоритетності. Функціональну рамку показників узгоджено з таксономією результатів NIST CSF 2.0 [3, с. 3] та з класичною структурою оцінювання ризику, у якій рівень ризику визначається ймовірністю події та тяжкістю наслідку [4, с. 12].

Одиницею аналізу обрано пару «клас державного цифрового активу – тип кіберзагрози». Деталізація зберігає зв'язок між управлінським рішенням і його адресатом: результат використовується для черговості заходів, розподілу ресурсу команд реагування та перегляду профілів безпеки. Первинні показники переводяться до інтервалу від 0 до 1 мінімаксною нормалізацією, а для показників, зростання яких відображає покращення захищеності, напрям шкали інвертується. Межі нормалізації фіксуються у паспорті показника до початку порівняння, що унеможливлює ретроспективне коригування шкали під бажаний результат.

Мета та задачі дослідження. Метою дослідження є формалізація оцінювання кіберризиків державних цифрових активів для порівняння сценаріїв і визначення пріоритетності управлінських заходів. Для досягнення мети визначено одиницю аналізу «клас державного цифрового активу – тип кіберзагрози», сформовано розрахункові залежності для залишкової ймовірності та підсумкового бала ризику, перевірено реакцію моделі на контрольному ряді, оцінено невизначеність методом Монте-Карло, виконано аналіз чутливості та окреслено умови подальшого емпіричного калібрування.

Результати дослідження і їх обговорення. Залишкова ймовірність реалізації загрози обчислюється адитивною функцією з оператором обмеження:

$$P = \min\{1;\ \max[0;\ 0{,}08 + 0{,}55T + 0{,}42V - 0{,}48C]\} \quad (1)$$

де T – нормована інтенсивність загрози, V – нормована уразливість активу, C – підтверджена результативність контролів, стала 0,08 представляє фонову експозицію. Знаки коефіцієнтів відповідають предметній логіці: зростання T і V підвищує ймовірність, зростання C її зменшує.

Підсумковий бал ризику визначається за співвідношенням:

$$R = \min\{100;\ \max[0;\ 100 \cdot P \cdot A \cdot M]\} \quad (2)$$

де A – нормована цінність активу як показник наслідку, M – множник наслідків конкретного класу загрози в діапазоні від 0 до 1,25. Показник A охоплює вплив на конфіденційність, цілісність і доступність, безперервність публічної функції та допустиму тривалість перерви; бухгалтерська вартість

обладнання до його змісту не входить. Однаковий технічний компонент отримує різне значення A залежно від функції, яку він підтримує. Показник C спирається на перевірку впровадження, працездатності й охоплення контролів, а їх зіставлення з техніками атаки виконується через матрицю MITRE ATT&CK [5].

Для перевірки реакції формули побудовано контрольний ряд за T = 0,80 і A = 0,90 з дев'ятьма рівнями уразливості та трьома рівнями результативності контролів. Результати наведено на рис. 1.

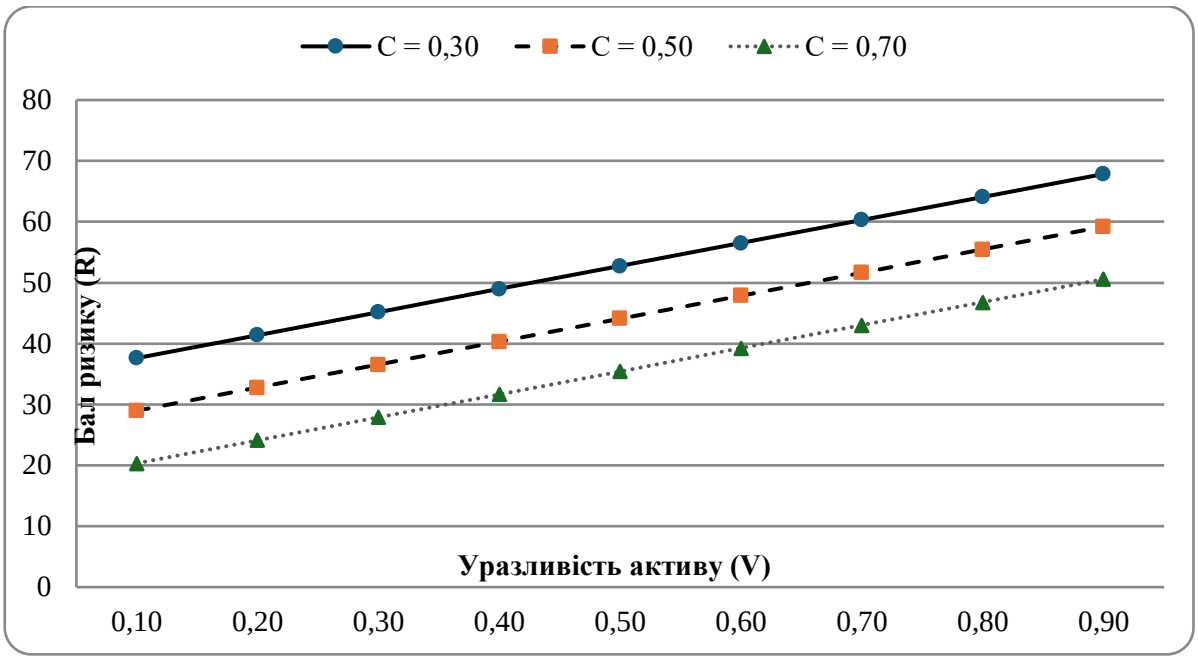


Рисунок 1. Залежність бала кіберризику від уразливості за трьох рівнів результативності контролів

Джерело: розраховано автором у Microsoft Excel за формулами (1) і (2)

Лінії на рис. 1 паралельні: кожне збільшення уразливості на 0,10 додає 3,78 бала, а підвищення результативності контролів на 0,20 зменшує бал на 8,64 незалежно від точки ряду. Різниця між рівнями C = 0,30 і C = 0,70 становить 17,28 бала. Сталі відстані між значеннями підтверджують внутрішню узгодженість коефіцієнтів і спрощують контроль розрахункових формул; за виходу лінійної частини за межі інтервалу функція переходить до горизонтальної ділянки, що усуває значення нижче нуля або вище ста.

Невизначеність вихідних параметрів оцінено методом Монте-Карло: сформовано 500 послідовних прогонів із фіксованим початковим значенням генератора, що забезпечує повторюваність розрахунку. Шкалу поділено на чотири аналітичні зони з межами 35, 50 і 70 балів.

Середній бал 51,3086 розташований у високій зоні, медіана 49,8650 проходить поблизу межі між помірним і високим рівнями, а різниця між ними вказує на правий хвіст розподілу. Сукупна частка високої та критичної зон дорівнює 49,8 %, через що планування резерву за одним центральним показником залишає недостатній запас для несприятливої комбінації параметрів.

Для регулярного управління придатні середнє й медіана, для стрес-перевірки – P90 та P95.

Чутливість обчислено почерговою зміною п’яти груп параметрів на 10 % за незмінних інших умов; для результативності контролів застосовано зниження, оскільки такий напрям підвищує ризик. Абсолютні прирости бала показано на рис. 2.

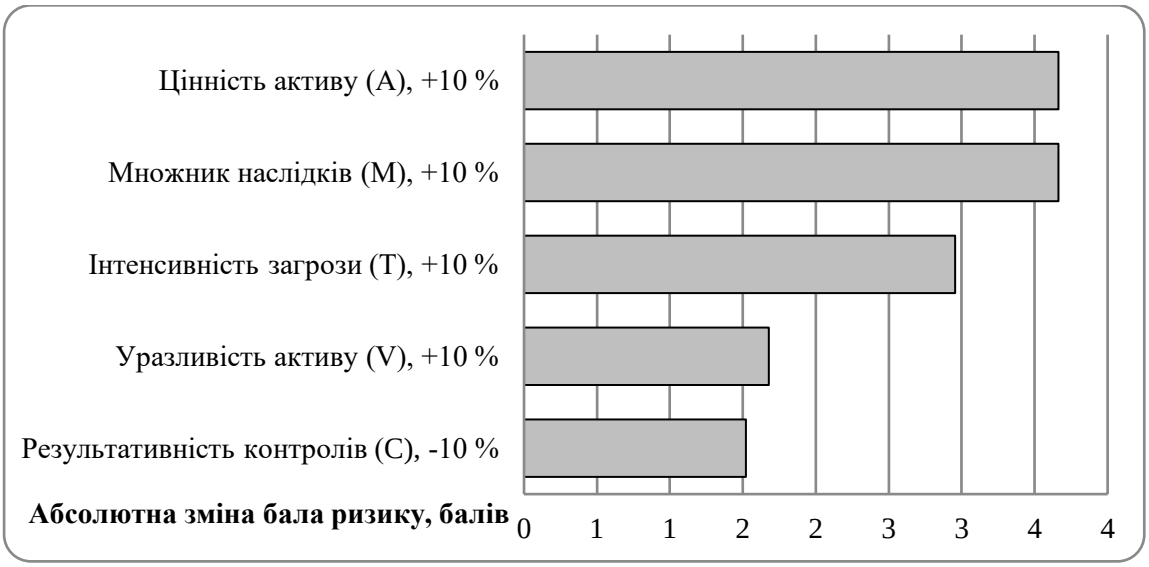


Рисунок 2. Абсолютна чутливість бала кіберризику до зміни параметрів на 10 %
Джерело: розраховано автором у Microsoft Excel

Діаграма виявляє однакову чутливість результату до цінності активу та множника наслідків, оскільки обидва параметри входять до добуткової частини формули (2). Їх одночасне завищення створює подвійне врахування тяжкості, тому під час калібрування суспільну цінність функції потрібно відокремити від інтенсивності наслідку конкретної загрози. Інтенсивність загрози посідає наступну позицію, а уразливість і контроль дають менші локальні прирости за прийнятої базової точки; ранжування стосується зміни на 10 % і не визначає бюджетної віддачі заходів.

Висновки. Запропонована модель формалізує оцінювання кіберризику для пар «клас державного цифрового активу – тип кіберзагрози» через поєднання залишкової ймовірності та нормованого наслідку. Контрольний ряд підтвердив передбачувану реакцію розрахункових залежностей, а серія з 500 прогонів Монте-Карло показала суттєву частку сценаріїв у високій і критичній зонах ризику.

Список використаних джерел

1. Про основні засади забезпечення кібербезпеки України : Закон України від 05.10.2017 № 2163-VIII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2163-19 (дата звернення: 05.08.2026).
2. Про критичну інфраструктуру : Закон України від 16.11.2021 № 1882-IX. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1882-20 (дата звернення: 05.08.2026).

3. The NIST Cybersecurity Framework (CSF) 2.0 : NIST CSWP 29. Gaithersburg : National Institute of Standards and Technology, 2024. 32 p. DOI: https://doi.org/10.6028/NIST.CSWP.29 (дата звернення: 05.08.2026).
4. Guide for Conducting Risk Assessments : NIST Special Publication 800-30, Revision 1. Gaithersburg : National Institute of Standards and Technology, 2012. 95 p. DOI: https://doi.org/10.6028/NIST.SP.800-30r1 (дата звернення: 05.08.2026).
5. MITRE ATT&CK : knowledge base of adversary tactics and techniques. URL: https://attack.mitre.org (дата звернення: 05.08.2026).
6. CERT-UA у 2025 році опрацювала майже 6000 кіберінцидентів: кількість ворожих атак зросла на 37 % : офіційне повідомлення Державної служби спеціального зв'язку та захисту інформації України. URL: https://cip.gov.ua/ua/news/cert-ua-u-2025-roci-opracyuvala-maizhe-6000-kiberincidentiv-kilkist-vorozhikh-atak-zrosla-na-37 (дата звернення: 05.08.2026).
7. Про Стратегію кібербезпеки України : Указ Президента України від 26.08.2021 № 447/2021. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/447/2021 (дата звернення: 05.08.2026).
8. Directive (EU) 2022/2555 of the European Parliament and of the Council of 14 December 2022 on measures for a high common level of cybersecurity across the Union (NIS 2 Directive). URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2022/2555/oj (дата звернення: 05.08.2026).

Section: Pedagogy, Philology and Linguistics

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PHYSICS EDUCATION: MODERN APPROACHES TO TEACHING AND LEARNING

Jalilova Sevinj Khazay
Doctor of Philosophy (PhD) in Pedagogy, Associate Professor
Azerbaijan State Pedagogical University, Azerbaijan

Abstract

The rapid development of artificial intelligence (AI) is creating new opportunities for contemporary education. Physics education is particularly suitable for the integration of AI because it combines conceptual understanding, mathematical reasoning, experimentation, modelling, data analysis, and problem-solving. This article examines modern approaches to using AI in physics education and considers how AI-based technologies can support students' learning without replacing the essential role of the teacher. Particular attention is paid to personalized learning, problem-solving, conceptual understanding, laboratory activities, formative assessment, and the development of critical thinking. The article also discusses major challenges associated with AI, including inaccurate information, academic integrity, excessive dependence on technology, privacy, unequal access, and the need for teacher competencies. The analysis demonstrates that the most effective approach is not to replace traditional physics teaching with AI but to integrate AI with classroom discussion, mathematical reasoning, laboratory experiments, inquiry-based learning, and teacher guidance. A human-centred approach can make AI a valuable educational resource for differentiation, investigation, feedback, and reflection.

Keywords: artificial intelligence, physics education, physics teaching, generative AI, personalized learning, digital technologies, scientific thinking, critical thinking.

INTRODUCTION

Artificial intelligence has become one of the most significant technological developments affecting contemporary education. AI-based systems can generate explanations, educational materials, questions, examples, feedback, and problem-solving suggestions. Consequently, the traditional relationship between teacher, student, and educational resources is changing. UNESCO emphasizes the importance of developing teachers' competencies for responsible and effective use of AI in education (Miao & Cukurova, 2024). The integration of AI is particularly relevant to physics education. Physics requires students to combine theoretical concepts, mathematical models, experimental observations, graphical representations, and logical reasoning. Understanding a physical phenomenon involves more than memorizing formulas: students must interpret relationships between variables, analyse evidence, construct models, and apply physical laws to new situations. At the same time, physics is often

considered a difficult subject. Students may experience difficulties in understanding abstract concepts such as electric fields, electromagnetic induction, wave phenomena, atomic structure, and quantum processes. Differences in mathematical preparation also affect students' ability to understand physics. AI can provide additional support in these areas. Generative AI systems can produce explanations at different levels of complexity, formulate questions, create practice problems, and provide feedback. Recent research has begun to investigate the use of AI directly in physics education, including AI-supported learning environments and laboratory activities (Kilde-Westberg et al., 2025; Lademann et al., 2025). However, AI also creates important pedagogical and ethical challenges. AI-generated information may be incorrect, students may become overly dependent on automated assistance, and the use of AI may create difficulties related to academic integrity and privacy. Therefore, the central issue is not whether AI should be used in physics education, but how it can be integrated in a scientifically accurate, pedagogically meaningful, and responsible way.

PURPOSE AND OBJECTIVES OF THE STUDY

The purpose of this article is to examine the pedagogical potential of artificial intelligence in physics education and identify effective approaches to its responsible use. The objectives are:

1. to analyse the potential of AI for improving physics teaching and learning;
2. to examine AI-supported personalized learning and problem-solving;
3. to consider the use of AI in conceptual and experimental physics education;
4. to determine the role of AI in developing students' critical thinking;
5. to identify the main pedagogical and ethical challenges;
6. to formulate practical recommendations for physics teachers.

The article is based on an analysis of scientific and educational literature concerning artificial intelligence, digital education, and physics teaching, with particular attention to recent research and international recommendations on AI competencies.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MODERN PHYSICS TEACHING

Traditional physics education includes theoretical explanation, demonstrations, problem-solving, laboratory work, and assessment. These elements remain essential, but AI can make some of them more flexible and individualized. One important advantage of AI is the possibility of providing alternative explanations. For example, when studying Newton's laws, one student may need a simple conceptual explanation, another may require a mathematical derivation, while a third may benefit from a real-life example. AI can generate different forms of explanation according to the learner's needs. AI can also assist teachers in preparing educational materials. It can generate questions of different levels of difficulty, examples, discussion topics, and practice exercises. However, the teacher must check AI-generated materials before using them because AI systems may produce scientifically inaccurate information. UNESCO's AI Competency Framework for Teachers identifies several areas of competence, including a human-centred mindset, AI ethics, AI foundations and applications, AI pedagogy, and professional learning (Miao & Cukurova, 2024). These competencies are

particularly important for physics teachers because effective AI integration requires not only technical knowledge but also strong subject and pedagogical knowledge. Thus, AI should be considered an additional educational resource rather than a replacement for the teacher.

AI-SUPPORTED PERSONALIZED LEARNING

Students in the same physics classroom may differ considerably in their knowledge, mathematical preparation, learning speed, and conceptual understanding. A single explanation or set of exercises may therefore not meet the needs of all learners. AI can support differentiated learning by generating tasks at different levels of difficulty. For example, after studying density, students can work with basic conceptual questions, quantitative problems, multi-step tasks, or experimental problems involving measurement and uncertainty. AI can also provide alternative explanations when students encounter difficulties. If a learner does not understand the relationship between force and acceleration, AI can offer a simpler explanation, an analogy, or a sequence of guiding questions. However, personalized learning should not mean that students learn independently from the teacher. The teacher must determine learning objectives, select appropriate tasks, and evaluate the quality of AI-generated information. Recent research indicates that AI-supported learning environments may provide useful supplementary learning opportunities in mathematics and physics, although their effectiveness requires further investigation (Lademann et al., 2025). The main principle can therefore be expressed as: AI provides possibilities; the teacher makes pedagogical decisions.

AI, ASSESSMENT, AND THE ROLE OF THE TEACHER

AI can provide opportunities for formative assessment and immediate feedback. For example, if a student repeatedly confuses mass and weight, an AI-supported system can provide additional conceptual questions. If a student experiences difficulties with Ohm's law, the system can suggest simpler exercises. However, AI-generated feedback cannot completely replace teacher assessment. Teachers know their students' learning history, motivation, communication patterns, and individual difficulties. A productive model is: student solution → AI-supported feedback → student revision → teacher evaluation → reflection. The teacher's role is therefore not reduced by AI. Instead, it becomes more focused on designing meaningful learning experiences, evaluating information, guiding students, and supporting scientific reasoning. A physics teacher should be able to evaluate whether AI-generated explanations of mechanics, electricity, electromagnetism, or modern physics are scientifically accurate. Teacher competence can therefore be viewed as the combination of: AI literacy + physics knowledge + pedagogical knowledge + ethical awareness.

PEDAGOGICAL AND ETHICAL CHALLENGES

Despite its potential, AI integration creates several challenges. **Accuracy.** AI systems may generate incorrect formulas, calculations, explanations, or assumptions. Teachers should therefore verify AI-generated materials before using them. **Academic integrity.** If students use AI to produce complete homework or laboratory reports without understanding the content, assessment becomes unreliable. Clear rules

concerning responsible AI use are necessary. **Excessive dependence.** Students should not use AI for every problem. Independent problem-solving remains essential for developing mathematical and scientific reasoning. **Privacy.** Educational institutions should consider the protection of students' personal and educational data when selecting AI-based tools. **Unequal access.** Not all students have equal access to devices, reliable internet, or advanced AI services. AI integration should therefore be inclusive and should not increase existing educational inequalities. These challenges demonstrate that the use of AI requires not only technological knowledge but also ethical and pedagogical judgement.

PRACTICAL RECOMMENDATIONS FOR PHYSICS TEACHERS

Several recommendations can be proposed for effective AI integration. First, teachers should begin with the learning objective, not the technology. AI should be used only when it contributes to meaningful learning. Second, AI should support thinking rather than replace thinking. Students should be encouraged to request hints, explanations, and feedback instead of complete solutions. Third, AI should be combined with real experiments. Digital tools can support experimental analysis but should not eliminate hands-on activities. Fourth, students should learn to verify AI-generated information using formulas, dimensional analysis, calculations, experiments, and reliable scientific sources. Fifth, teachers can use AI to create differentiated learning materials for students with different levels of preparation.

Sixth, students should reflect on how they used AI and which information they accepted or rejected. Finally, teachers need continuous professional development because AI technologies and their educational applications are developing rapidly.

CONCLUSIONS

Artificial intelligence provides new opportunities for modern physics education. It can support personalized learning, conceptual understanding, problem-solving, formative assessment, experimental data analysis, and reflective learning. At the same time, physics education cannot be reduced to interaction with an AI system. Observation, experimentation, mathematical reasoning, modelling, evidence, and critical evaluation remain fundamental elements of learning physics. The most appropriate approach is therefore a human-centred model of AI integration. The teacher remains the central pedagogical decision-maker, while AI serves as a supplementary tool that expands educational opportunities. Students should be taught to use AI critically rather than passively. They should learn to question, compare, verify, test, and improve AI-generated information. This approach is particularly appropriate for physics because the discipline itself is based on evidence, reasoning, and verification.The future of physics teaching should not be viewed as a choice between traditional education and artificial intelligence. Instead, the strengths of both approaches should be combined. Teachers provide scientific expertise, pedagogical judgement, human interaction, and motivation, while AI can provide additional opportunities for personalization, practice, feedback, and exploration. When used responsibly, artificial intelligence can contribute to a more flexible, interactive, inclusive, and scientifically oriented physics learning environment.

References

1. Hestenes, D. (1987). Toward a modeling theory of physics instruction. American Journal of Physics, 55(5), 440–454. https://doi.org/10.1119/1.15129
2. Kilde-Westberg, S., Johansson, A., & Enger, J. (2025). Generative AI as a lab partner: A case study. Physical Review Physics Education Research, 21(2), 020119.
3. Lademann, J., et al. (2025). Augmenting learning environments using AI custom chatbots: Effects on learning performance, cognitive load, and affective variables. Physical Review Physics Education Research, 21(1), 010147.
4. McDermott, L. C. (1991). Millikan Lecture 1990: What we teach and what is learned—Closing the gap. American Journal of Physics, 59(4), 301–315. https://doi.org/10.1119/1.16539

POSSIBILITIES OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN IMPROVING THE QUALITY OF PHYSICS EDUCATION IN GENERAL EDUCATION SCHOOLS

Musayeva Gulshan Ali
Doctor of Philosophy (PhD) in Pedagogy
Azerbaijan State Pedagogical University, Azerbaijan

Abstract

In the modern era, changes taking place in the education system necessitate the introduction of new pedagogical approaches and innovative technologies in the teaching of physics. Physics is one of the fundamental subjects that studies the laws governing natural phenomena and provides broad opportunities for developing students' logical, analytical, and research skills. However, the abstract nature of some physics topics, the difficulty of directly observing complex processes, and the challenges associated with connecting theoretical knowledge to practical activities make the use of modern technologies in the learning process increasingly relevant.This article examines the role of innovative and digital technologies in improving the quality of physics education in general education schools. It analyzes the application of virtual laboratories, computer simulations, interactive presentations, digital educational resources, electronic assessment tools, the STEM approach, and artificial intelligence-based learning opportunities in physics lessons. At the same time, the impact of innovative technologies on students' engagement, interest in lessons, independent thinking, and problem-solving skills is considered.

Keywords: physics education, innovative technologies, digital education, virtual laboratory, simulation, STEM, interactive learning, quality of education.

Introduction

In the 21st century, the rapid development of information and communication technologies has had a significant impact on the content, organization, and management of the educational process. The transition from a traditional teacher-

centered learning model to student-centered, interactive, and inquiry-based learning has become one of the main directions of modern schooling. In this process, innovative technologies serve not only as means of transmitting information but also as pedagogical tools that facilitate students' active learning. The importance of innovative technologies in teaching physics is particularly significant. Most physical phenomena are better understood through observation, experimentation, measurement, modeling, and analysis of results. Modern digital tools expand the possibilities of traditional laboratory work by providing students with opportunities to investigate various physical processes in a safe and visual environment. The main goal of physics education is not merely to ensure that students memorize formulas and laws, but also to develop their physical thinking, ability to identify cause-and-effect relationships, conduct observations, formulate hypotheses, carry out experiments, and justify conclusions. Innovative technologies can provide significant support in achieving these objectives.

1. The Role of Innovative Technologies in Physics Education: Innovative technologies enable the introduction of new content and methods into the learning process, consideration of students' individual characteristics, and more interactive organization of learning. The application of these technologies in physics lessons creates conditions for students to transform from passive listeners into active researchers. In a traditional lesson, the teacher explains a physical phenomenon, while students mainly listen and take notes. When innovative technologies are applied, students can observe the phenomenon, change different parameters, predict the outcome in advance, and analyze the results they obtain. Thus, the learning process becomes more inquiry-based and discovery-oriented. For example, when studying mechanical motion, computer simulations can be used to change the speed, mass, and direction of motion of an object. By observing the effects of these changes on motion, students can more easily identify physical relationships and laws.

2. Opportunities Provided by Virtual Laboratories in Physics Education:

Laboratory work in physics education is of great importance in transforming theoretical knowledge into practical skills. However, it may not always be possible for all schools to have fully equipped modern laboratories. Virtual laboratories provide additional and valuable opportunities in this regard. In a virtual laboratory environment, students can conduct various experiments in digital form. Experiments such as constructing electrical circuits, studying the effects of lenses, modeling mechanical motion, and investigating the relationship between force and pressure can be demonstrated in a virtual environment. One of the advantages of virtual laboratories is that experiments can be repeated multiple times. If a student obtains an unsuccessful result, the experiment can be repeated and variables can be compared. This has a positive impact on learning from mistakes and developing research skills. Nevertheless, virtual laboratories should not completely replace real laboratory work. The most effective approach is to use real and virtual laboratories as complementary tools.

3. Pedagogical Opportunities of Using Simulations: Simulations in physics lessons enable students to visualize complex and abstract processes. The motion of atoms and molecules, electric fields, magnetic fields, wave phenomena, the propagation of light rays, and other microscopic processes or phenomena that are difficult to observe directly can be presented more clearly through simulations. During a simulation, students can change different parameters and observe their effects on the outcome. This develops an “if... then...” type of reasoning and helps students understand the mechanisms through which physical laws operate more deeply. Another important advantage of simulations is that they support individualized learning. Students can work at their own pace, observe a particular process repeatedly, and complete teacher-designed tasks step by step.

4. Interactive Presentations and Multimedia Resources: In modern physics lessons, the combined use of text, images, animations, videos, graphs, and sound contributes to better understanding of learning materials. Multimedia resources are particularly effective in explaining complex physical processes. For example, the motion of planets, the propagation of electromagnetic waves, the structure of the atom, and nuclear processes may be difficult for some students to understand when presented only through verbal explanations. Animations and videos make it possible to demonstrate these processes dynamically. The main advantage of interactive presentations is their ability to engage students in the learning process. During a presentation, teachers can use questions, tests, image analysis, and short problem-solving activities to maintain students' attention and active participation.

5. Application of Artificial Intelligence in Physics Education: In recent years, artificial intelligence-based technologies have begun to create new opportunities in education. In physics education, artificial intelligence can be used to prepare individualized assignments, explain topics, generate questions, identify students' errors, and develop additional educational materials. Artificial intelligence can serve not only to assess a student's answer as correct or incorrect but also as a supportive tool that explains the reason for an error and suggests additional exercises. This creates an important opportunity for personalized learning. However, when using artificial intelligence in education, it is important to verify the accuracy of the information and ensure that students engage in thinking and inquiry rather than simply copying ready-made answers. Therefore, artificial intelligence should be regarded not as a replacement for the teacher, but as a tool that supports the teacher's pedagogical activities.

6. The Impact of Innovative Technologies on Student Achievement: The appropriate application of innovative technologies for pedagogical purposes can contribute to improving the quality of physics education in several ways:

- increasing students' interest in lessons;
- improving the understanding of complex physical processes;
- connecting theoretical knowledge with practical activities;
- developing research and observation skills;
- strengthening problem-solving and critical-thinking skills;

- expanding opportunities for individualized learning;
- increasing student engagement during lessons;
- improving opportunities for immediate and formative assessment.

7. The Role of the Teacher in Using Innovative Technologies: The teacher's professional competence is of great importance in the effective application of innovative technologies. Teachers should determine which technology is most appropriate for a particular topic and educational objective. For example, it is not necessary to use a complex digital tool to explain a simple and clear physical phenomenon. Conversely, when dealing with complex processes that are difficult to observe directly, the use of animations, simulations, and virtual laboratories may be more appropriates. Alongside using technology, teachers should ask students questions, listen to their hypotheses, organize discussions, and guide them toward drawing conclusions.

Conclusion

Improving the quality of physics education in general education schools requires the purposeful application of modern pedagogical approaches and innovative technologies. Digital resources, virtual laboratories, simulations, multimedia tools, STEM projects, and artificial intelligence-based tools provide opportunities to organize physics lessons in a more visual, interactive, and inquiry-oriented manner.

The main advantage of innovative technologies is their ability to ensure students' active participation in the learning process and to establish connections between theoretical knowledge and practical activities. Through these technologies, students not only learn about physical phenomena but also observe, model, experiment, compare results, and seek solutions to problems. Consequently, the integration of innovative technologies into physics education can significantly contribute to increasing students' interest in the subject, developing their scientific outlook, research and digital skills, and improving learning outcomes. For this purpose, the selection and application of technologies should be aligned with pedagogical objectives, and particular attention should be paid to developing teachers' digital and methodological competencies.

References

1. Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan. Physics Curriculum for General Education Schools.
2. Strategic documents on the development of education in the Republic of Azerbaijan.
3. UNESCO. ICT Competency Framework for Teachers.
4. OECD. Education at a Glance.
5. PhET Interactive Simulations. University of Colorado Boulder.
6. Wieman, C. E. Research-Based Tools for Teaching Physics.
7. Hake, R. R. Interactive-Engagement versus Traditional Methods: A Six-Thousand-Student Survey of Mechanics Test Data for Introductory Physics Courses.
8. Freeman, S. et al. Active Learning Increases Student Performance in Science, Engineering, and Mathematics.

HIERARCHY OF TEXT CORPUS LINGUISTIC ANNOTATION

Khoma Volodymyr
Doctor of Philosophy, Associate Professor
Foreign Languages Department for Humanities
Ivan Franko National University of Lviv, Ukraine
httpp://orcid.org/0000-0003-3548-7149

In corpus linguistics, with a text corpus as its fundamental category, one of the most essential procedural milestones is undoubtedly deemed to be an annotation or markup. This phenomenon may be characterized as a special tagging of its structure, compositional and language units with the intention of carrying out linguistic analysis of targeted text fragments. Philologists differentiate between two major types of annotation or markups, namely structural and linguistic ones, while correspondingly, each of them having their distinct constitutional features. The first is intended to set, classify and mark external and internal elements of text structure, albeit the second involves morphological, syntactic, semantic, anaphoric and prosodic ones to count as basic types of tagging.

Numerous philologists (G. Aston, P. Baker, L. Burnard, O. Chernysh, O. Demska-Kulchytska, Ch. Fillmore, R. Garside, S. Gries, Ye. Karpilovska, G. Leech, M. McCarthy, T. McEnery, C. Meyer, J. Newman, O. Selivanova, E. Tognini-Bonelli, V. Zhukovska et al.) argue the term of linguistic text corpus for a fundamental terminological unit of modern corpus linguistics, and the text corpus annotation as one of the most essential phases of corpora research. In this respect, what makes the process of annotating text corpus meaningful is the procedure of attributing supplementary information (or metadata) in the form of special marks or tags to the texts or their components tending to specify manifold linguistic categories.

Thus, the following fundamental types of tags are presented by Ukrainian researches (Демська-Кульчицька; Жуковська; Голощук):

- external that cover both data about an author and the text, e.g. author name, title, year and place of publication, genre, subject, etc.;
- structural intended to embrace a chapter, paragraph, sentence, word form and so forth;
- purely linguistic used to describe lexical, grammatical and other characteristics of text elements (Жуковська, 2013: 76; Голощук, 2021: 35).

According to G. Leech, text corpus annotation may be explained “as the practice of adding interpretative, linguistic information to an electronic corpus of spoken and/or written language data.” In this context, the author specifies that an ‘interpretative’ annotation means that it “is, at least in some degree, the product of the human mind’s understanding of the text.” (Leech, 1997: 2).

In the domain of corpus linguistics two types of annotation are differentiated:

1) Structural annotation (markup), intended to set, classify and mark external (macrostructure) and internal (microstructure) elements of text structure.

2) Linguistic annotation (markup), embracing the following perspectives:

a) arbitrary linguistic information about linguistically relevant units of text data submitted via a formal code;

b) practice of entering formalized linguistic data into an electronic text;

c) availability of the abovementioned details in the text (Демська-Кульчицька, 2004; Newman & Cox, 2020: 26).

A distinct and characteristic feature of linguistic annotation is that it can either be directly entered into the text corpus itself (as an annotated text corpus), or it may accompany the corpus as a separate document (an unannotated text corpus).

As a complicated and multifaceted category, linguistic annotation represents itself as a complex composition consisting of diverse types of tagging carried out on various language levels of linguistic metadata. Therefore, the following types of tagging make up the hierarchy of linguistic annotation:

1) Morphological tagging (part-of-speech tagging or POS-tagging) which, as a result of morphological analysis, is "a common form of linguistic annotation that labels or 'tags' each word of a corpus with information about that word's grammatical category (e.g., noun, verb, adjective, etc.)" (Newman & Cox, 2020: 26). This level of annotation usually requires "prior tokenization of the text, i.e., division of the text into units appropriate for analysis and annotation" (Newman & Cox, 2020: 26). It's worth mentioning that "part-of-speech tagging is one of the most frequent and most exploited kinds of annotation" (Gries & Andrea, 2017: 383) because (i) the overwhelming majority of linguistic text corpora is morphologically marked, (ii) morphological analysis often becomes a prerequisite for most types of annotation, predominantly syntactic and semantic ones, and (iii) current advances in computer technology make it easier to process and mark large and bulky text corpuses (Garside, Leech & McEnery, 2013: 18-33).

2) Syntactic tagging (parsing) is a higher-level type of annotation carried out via syntactic analysis based on the outcomes of morphological analysis. It aims to "provide information about different kinds of syntactic relationships that exist between words in a given text (parses)" (Newman & Cox, 2020: 31) or syntactic structures (like subordinate clauses, verb phrases etc.) (Garside, Leech & McEnery, 2013: 34-52). In other words, parsing consists in "adding information about the relationships that exist between elements in the given texts above the level of the individual word" (Newman & Cox, 2020: 31). The result of syntactic analysis "comes in the form of either phrase-structure representations – the most frequent parse type – or dependency-tree representations" (Gries & Andrea, 2017: 384) – parse trees. Another common form of syntactic tagging in corpora is represented by dependency annotations, which indicate the grammatical relationships between sets of words (Newman & Cox, 2020: 32).

3) Semantic tagging, based on carrying out semantic analysis, relates to "the addition of semantic information about words or multiword units to a corpus" (Newman

& Cox, 2020: 33), which is often referred to as word sense disambiguation and "consists of an algorithm assigning to each word form a sense from an inventory of possible senses that best matches the context in which the word form is used" (Gries & Andrea, 2017: 385). In semantic annotation models, the lexicon is commonly classified into broad categories called discourse fields "intended to be as general as possible, suitable for working with as many kinds of text as possible and providing an intuitive, immediately understandable breakdown of our conceptual world" (Newman & Cox, 2020: 33). In other words, semantic tagging consists in singling out specific semantic categories in a form of a certain word or phrase, as well as narrower subcategories to circumstantiate its meaning (Garside, Leech & McEnery, 2013: 53-65).

4) Anaphoric tagging is an occasionally recognized type of annotation based on the process of specially marking up of the text to identify and fix the elements of the discourse or referring expressions (mostly pronominal and adverbial words and phrases) linking them to the prior objects they refer to (Garside, Leech & McEnery, 2013: 66-84). These synchronous processes build a perfect map of text cohesion while layering semantic and discourse relationships onto the text, as well as tracking how characters, objects, or concepts persist throughout a discourse.

5) Prosodic tagging is focused on placing a large spectrum of special tags in discourse to reproduce various accent and intonation features, ranging "from broad, discourse-level prosodic generalization to detailed attention to small pitch changes across an utterance" (Gries & Andrea, 2017: 388). Prosodic tagging generally aims at creating specialized corpora to enable the exploration of rhythmic and melodic structure of the language establishing a correlation between syntax and phonetics (Garside, Leech & McEnery, 2013: 85-90). At the same time, within text corpora of spoken language, prosodic tagging is often synchronized with a special discourse tagging which "marks basic prosodic features like tone units, prominent nuclei of units, length of pause and degrees of stress" (Gries & Andrea, 2017: 388).

To conclude, alongside divergent types of tagging carried out on various language levels, linguistic annotation or markup becomes a powerful tool of corpora research, along with playing, at the same time, a significant role in the long-run and complicated process of text corpus annotation. A more comprehensive and exhaustive analysis should be subsequently given to miscellaneous issues and facets of both structural and linguistic markups carefully scrutinizing their application to further empirical linguistic research.

References

1. Демська-Кульчицька О. (2004). Дещо про класифікацію текстових корпусів. Наукові записки, 1(11), 153–157.
2. Жуковська В.В. (2013). Вступ до корпусної лінгвістики: навчальний посібник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка.
3. Голощук С. (2021). Корпусна лінгвістика: сучасний стан та перспективи досліджень. Current Issues of Linguistics and Translation Studies, 22, 33–36. https://doi.org/10.31891/2415-7929-2021-22-7

4. Leech, G. (1997). Introducing corpus annotation. Corpus Annotation: Linguistic Information from Computer Text Corpora, 1–19. London & N.Y.: Routledge.
5. Демська-Кульчицька, О. (2004). Застосування принципів TEI до кодування текстових корпусних даних. Проблеми програмування, 2-3, 422–430.
6. Newman, J., & Cox, C. (2020). Corpus annotation. In M. Paquot, & S. T. Gries (Eds.), A Practical Handbook of Corpus Linguistics, 25–48. https://doi.org/10.1007/978-3-030-46216-1_2
7. Gries, S., & Andrea, L. (2017). Linguistic annotation in/for corpus linguistics. In Nancy Ide & James Pustejovsky (eds.), Handbook of Linguistic Annotation, 379–408. https://doi.org/10.1007/978-94-024-0881-2_15
8. Garside, R., Leech, G., & McEnery, T. (2013). Corpus Annotation: Linguistic Information from Computer Text Corpora. London & N.Y.: Routledge.

ДИДАКТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ІГРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ФОРМУВАННІ ПІЗНАВАЛЬНОГО ІНТЕРЕСУ МОЛОДШИХ ШКОЛЯРІВ НА УРОКАХ ІНФОРМАТИКИ

Мойко Оксана
кандидат педагогічних наук, доцент
Копитчак Марія
здобувач вищої освіти магістерського рівня
Факультет початкової освіти та мистецтва
Дрогобицький державний педагогічний університет
ім. І. Франка, Україна

Анотація. У статті розглянуто дидактичний потенціал ігрових технологій у формуванні пізнавального інтересу молодших школярів на уроках інформатики. Актуальність проблеми зумовлена необхідністю пошуку ефективних способів організації навчання, які забезпечують активну участь учнів у пізнавальній діяльності, підтримують позитивну мотивацію та сприяють усвідомленому використанню цифрових технологій. Особливого значення це набуває в початковій школі, де ігрова діяльність залишається природним способом пізнання та взаємодії дитини з навколишнім світом. Проаналізовано сутність ігрових технологій та їх взаємозв'язок із формуванням пізнавального інтересу. Розкрито основні дидактичні можливості ігрової діяльності на уроках інформатики, зокрема мотиваційну, навчальну, розвивальну, комунікативну, творчу та рефлексивну. Охарактеризовано можливості використання дидактичних, логічних, алгоритмічних, рольових, командних і цифрових ігор. З'ясовано, що ігрові технології можуть застосовуватися на різних етапах уроку інформатики — від мотивації та актуалізації знань до закріплення, перевірки й

рефлексії. Особливу увагу приділено методичній доцільності використання ігрових завдань, їх відповідності навчальній меті, віковим особливостям учнів, доступності правил, забезпеченню активної участі школярів та організації рефлексії. Обґрунтовано, що ігрові технології доцільно розглядати не як розважальний компонент уроку, а як засіб організації активної пізнавальної діяльності, розвитку логічного й алгоритмічного мислення та формування стійкого інтересу до інформатики.

Ключові слова: ігрові технології, пізнавальний інтерес, молодші школярі, початкова школа, інформатика, дидактична гра, цифрові технології, ігровий підхід, алгоритмічне мислення.

Вступ. Сучасний розвиток початкової освіти характеризується посиленням уваги до активної ролі учня в освітньому процесі. Сьогодні недостатньо лише передати дитині певний обсяг знань. Важливим завданням початкової школи є створення умов, за яких учень виявляє зацікавленість у пізнанні, ставить запитання, самостійно шукає способи розв’язання навчальних проблем, співпрацює з іншими та застосовує набуті знання у практичних ситуаціях.

Особливої актуальності ця проблема набуває під час навчання інформатики. Інформатична освітня галузь має значний потенціал для розвитку логічного, алгоритмічного та творчого мислення дітей, формування вміння працювати з інформацією та використовувати цифрові інструменти. У новому Державному стандарті початкової освіти метою інформатичної освітньої галузі визначено формування креативності, логічного й алгоритмічного мислення, а також здатності доцільно та безпечно використовувати цифрові інструменти й технології для розв’язання навчальних завдань, особистого розвитку, комунікації та співпраці [5].

Водночас зміст інформатики містить низку понять і способів діяльності, які можуть бути складними для молодших школярів. Поняття алгоритму, інформації, даних, послідовності команд, закономірності чи цифрового середовища потребують доступного пояснення та практичного закріплення. Якщо навчання будується переважно на поясненні та відтворенні готових способів дій, існує ризик зниження інтересу учнів до предмета.

Одним із засобів подолання цієї проблеми є використання ігрових технологій. Гра є природною для дитини діяльністю, у якій вона активно взаємодіє з іншими, дотримується правил, шукає рішення, переживає успіх і вчиться долати труднощі. Саме тому перенесення окремих характеристик гри в освітній процес створює можливості для поєднання навчальної та мотиваційної складових.

Проблема використання ігрових технологій у початковій освіті досліджується українськими науковцями. Л. Колток та М. Грицишин розглядають ігрові педагогічні технології як важливий засіб активізації пізнавальної діяльності учнів початкової школи та наголошують на їхньому позитивному впливі на мотивацію, зацікавленість, творчість і комунікацію [2].

Проблему формування пізнавального інтересу засобами дидактичних ігор досліджує В. Бадуненко. Авторка звертає увагу на необхідність урахування

вікових особливостей молодших школярів, правильного добору змісту гри та поєднання навчальної й ігрової мети [1].

Г. Товканець і Ю. Сидор серед важливих чинників розвитку пізнавального інтересу молодших школярів виокремлюють новизну навчального матеріалу, ігрові та інтерактивні технології, проблемні ситуації та активні форми взаємодії [8].

Безпосередньо можливості ігрового підходу в навчанні інформатичної освітньої галузі в початковій школі досліджує Н. Мороз, яка акцентує увагу на потенціалі гейміфікації, інтерактивного навчання та ігрових педагогічних технологій у формуванні інформаційної культури й алгоритмічного мислення молодших школярів [4].

Актуальними є й дослідження, присвячені використанню ігрових технологій саме на уроках інформатики. О. Пшенична та А. Гаращенко розглядають ігрові технології як складову методичної системи навчання інформатики та пов'язують їх із мотивацією, діяльнісним підходом і формуванням цифрової компетентності [6].

Окремого значення набуває поєднання ігрових та інформаційно-комунікаційних технологій. М. Крива, М. Дрис та А. Ващишин обґрунтовують можливості використання ІКТ для організації дидактичних ігор у початковій школі, що дозволяє урізноманітнити навчальну діяльність та забезпечити нові способи взаємодії учнів із навчальним матеріалом [3].

Попри значну увагу науковців до ігрових технологій, актуальним залишається питання визначення саме їхнього дидактичного потенціалу під час навчання інформатики молодших школярів, оскільки специфіка цього предмета передбачає не лише засвоєння знань, а й розвиток способів мислення, алгоритмічної культури, уміння розв'язувати проблемні завдання та творчо використовувати цифрові засоби.

Мета та завдання дослідження. Метою статті є теоретичне обґрунтування дидактичного потенціалу ігрових технологій у формуванні пізнавального інтересу молодших школярів на уроках інформатики. Досягнення поставленої мети передбачає розкриття ролі ігрової діяльності в початковій інформатичній освіті, з'ясування можливостей ігрових технологій для активізації пізнавальної діяльності учнів, характеристику найбільш доцільних видів ігрових завдань та визначення педагогічно доцільних способів їх використання на різних етапах уроку інформатики.

Результати дослідження та їх обговорення. Пізнавальний інтерес є важливою характеристикою ставлення дитини до навчальної діяльності. Він виявляється в бажанні дізнаватися нове, ставити запитання, шукати пояснення, самостійно виконувати завдання та досягати певного пізнавального результату. Для молодшого школяра особливо важливим є не лише кінцевий результат, а й сам процес його отримання.

У початковому шкільному віці пізнавальний інтерес значною мірою пов'язаний з емоційністю навчання, його новизною та можливістю діяти. Дитині

важливо бачити практичний результат власних дій, отримувати схвалення, переживати ситуацію успіху та відчувати власну спроможність.

Саме тому урок інформатики має створювати умови для активної діяльності учня. Навчальний матеріал повинен не лише пояснюватися, а й досліджуватися, перевірятися, змінюватися та використовуватися у практичних ситуаціях.

Наприклад, поняття алгоритму можна пояснити через просту життєву ситуацію. Учитель пропонує дітям визначити послідовність дій, необхідних для того, щоб намалювати певний об'єкт, зібрати іграшку або дістатися до заданого місця. Після цього аналогічний принцип переноситься на роботу з цифровим виконавцем. У такій ситуації дитина не просто запам'ятовує визначення алгоритму, а розуміє його через власну діяльність.

Пізнавальний інтерес формується тоді, коли учень відчуває потребу в розв'язанні певної проблеми. Тому завдання вчителя полягає не тільки в тому, щоб зробити урок цікавим, а й у тому, щоб створити ситуацію, у якій дитині стає цікаво дізнатися, як саме працює певне явище або як отримати необхідний результат.

Ігрові технології дозволяють поєднати навчальну мету з природною для молодшого школяра потребою діяти, досліджувати та взаємодіяти. Їх дидактичний потенціал полягає передусім у можливості створити навчальну ситуацію, у якій дитина стає активним учасником процесу.

Однією з основних функцій гри є мотиваційна. Ігровий сюжет може перетворити звичайну вправу на пізнавальну проблему. Наприклад, замість завдання «складіть алгоритм руху» учитель може запропонувати дітям допомогти роботу знайти вихід із лабіринту. Навчальна дія залишається тією самою, однак змінюється емоційний контекст її виконання.

Ігрові технології виконують також навчальну функцію, оскільки дають можливість багаторазово повторювати навчальні дії без відчуття одноманітності. Учні можуть класифікувати об'єкти, визначати послідовність дій, знаходити помилки, встановлювати відповідності, створювати алгоритми або пояснювати правила.

Важливою є розвивальна функція. Ігрові завдання сприяють розвитку логічного мислення, уваги, пам'яті, уяви, здатності порівнювати, класифікувати та встановлювати закономірності. Для інформатики особливо цінним є те, що гра дозволяє формувати основи алгоритмічного мислення ще до переходу до складніших форм програмування.

Ігрові технології мають значний комунікативний потенціал. Робота в парах і командах передбачає обговорення способів розв'язання, розподіл ролей, взаємодопомогу та спільне прийняття рішення. Отже, навчання інформатики перестає бути виключно індивідуальною роботою дитини за комп'ютером.

Ще одним важливим аспектом є можливість створення ситуації успіху. Учень, який відчуває труднощі під час традиційного виконання завдання, може успішніше діяти в ігровій ситуації. Позитивний досвід виконання завдання сприяє підвищенню впевненості та готовності спробувати складніший варіант.

Отже, дидактичний потенціал ігрових технологій полягає не в тому, що вони просто роблять урок «веселішим». Їхня цінність визначається можливістю організувати активне, емоційно залучене та змістовне навчання.

Специфіка інформатики дозволяє використовувати різноманітні ігрові завдання. Їх добір має визначатися змістом навчальної теми та очікуваним результатом.

Під час ознайомлення з інформацією та її властивостями доцільними є ігри на класифікацію, встановлення відповідностей, визначення способів подання інформації. Наприклад, учні можуть отримати картки із зображеннями та визначити, яку інформацію вони містять і яким способом її можна передати.

Під час вивчення комп'ютерних пристроїв ефективними можуть бути рольові ситуації, у яких учень повинен визначити, який пристрій допоможе виконати певну дію. Це дозволяє пов'язати теоретичне знання з практичною ситуацією.

Особливо широкі можливості мають алгоритмічні ігри. Учням можна запропонувати керувати умовним роботом, складати маршрут, виправляти помилкову послідовність команд або знаходити найкоротший шлях. Такі завдання формують уміння планувати дії та передбачати результат.

Під час вивчення програмування ігровий підхід може реалізовуватися через створення персонажів, анімацій, простих інтерактивних історій та ігор. Наприклад, у середовищі Scratch дитина може не просто виконати технічне завдання, а створити власний мініпроєкт. У такому випадку програмування стає засобом творчого самовираження.

Для формування навичок безпечної поведінки в цифровому середовищі доцільно використовувати рольові та проблемно-ігрові ситуації. Учні можуть аналізувати поведінку умовного персонажа в мережі, визначати безпечні та небезпечні дії, пояснювати, чому не можна повідомляти незнайомцям особисті дані.

Таким чином, ігрові технології можуть охоплювати практично весь зміст початкової інформатики, але в кожному випадку гра повинна бути підпорядкована конкретному освітньому результату.

Важливо підкреслити, що ігрові технології на уроках інформатики не зводяться лише до комп'ютерних ігор. Навпаки, ефективним є поєднання традиційних та цифрових форм.

Традиційні дидактичні ігри з картками, схемами, малюнками, рухами та предметами особливо корисні на початку навчання. Вони дозволяють дітям змінювати вид діяльності, спілкуватися, працювати разом і не бути постійно прив'язаними до екрана.

Цифрові ігрові ресурси, зі свого боку, забезпечують інтерактивність, швидкий зворотний зв'язок, мультимедійність і можливість індивідуалізації. Дослідження використання ІКТ в організації дидактичних ігор у початковій школі підтверджує перспективність такого поєднання [3].

Серед цифрових ресурсів можуть використовуватися LearningApps, Wordwall, Kahoot!, Quizizz та інші платформи для створення інтерактивних завдань. Вони дозволяють реалізовувати вправи на відповідність, класифікацію, встановлення послідовності, пошук правильної відповіді тощо.

Проте використання цифрового ресурсу саме по собі не забезпечує пізнавального інтересу. Якщо учень лише механічно натискає правильну відповідь, навчальний потенціал такої діяльності залишається обмеженим. Значно важливішим є подальше обговорення: чому відповідь правильна, як її було отримано, чи існує інший спосіб розв'язання.

Тому цифрова гра повинна бути не кінцевою метою, а інструментом організації пізнавальної діяльності.

Ігрові технології можуть органічно інтегруватися на різних етапах уроку інформатики.

На початку уроку ігрова ситуація може виконувати мотиваційну функцію. Учитель створює проблему або вводить сюжет, який потребує певних знань для розв'язання. Наприклад, учні отримують повідомлення від умовного робота, який не може виконати завдання через неправильний алгоритм.

Під час актуалізації знань ефективними є короткі ігрові вправи, які дозволяють пригадати вивчені поняття. Це можуть бути вікторини, ребуси, завдання на пошук помилки або швидке встановлення відповідностей.

Під час вивчення нового матеріалу гра може стати способом моделювання певного явища. Наприклад, учні самі можуть виконувати роль виконавців алгоритму, що дозволяє практично зрозуміти взаємозв'язок між командою, послідовністю дій та результатом.

Під час закріплення доцільно використовувати більш складні ігрові завдання, у яких школярі застосовують набуті знання в новій ситуації. Саме на цьому етапі особливо ефективними можуть бути квести, командні завдання та алгоритмічні головоломки.

Завершення уроку також може містити ігровий компонент. Наприклад, учні можуть визначити, яке завдання було найцікавішим, яку помилку вдалося виправити, що нового вони дізналися або яке завдання хотіли б спробувати наступного разу.

Отже, ігрова технологія може супроводжувати весь процес навчання, але вона не повинна перетворювати урок на безперервну розвагу.

Важливою проблемою є небезпека формального використання ігрових технологій. Якщо гра не пов'язана зі змістом уроку, вона може лише відволікати учнів. Тому педагогічна цінність гри визначається насамперед її відповідністю навчальній меті.

Наприклад, якщо метою є формування вміння складати алгоритм, доцільно використовувати гру, у якій учень повинен планувати послідовність команд. Якщо ж потрібно закріпити поняття пристроїв комп'ютера, ефективнішою буде гра на класифікацію або встановлення відповідностей.

Важливо також враховувати вік дітей. У молодших класах правила мають бути простими, а завдання — наочними та зрозумілими. Поступово їх можна ускладнювати, вводячи елементи вибору, стратегії, співпраці та творчого пошуку.

Не менш важливо забезпечити участь усіх дітей. Якщо гра побудована виключно на швидкості, частина учнів може залишатися пасивною. Тому в початковій школі особливо цінними є парні та командні форми.

Конкурентний компонент також потребує обережного використання. Надмірне акцентування на перемозі може знизити інтерес дітей, які регулярно програють. Натомість доцільно створювати ситуації, у яких кожен учасник може зробити внесок у спільний результат.

У сучасних дослідженнях підкреслюється необхідність створення таких умов використання дидактичних ігор, за яких вони сприяють не лише мотивації, а й розвитку мислення, творчості та комунікативних умінь [1].

Однією з найважливіших переваг ігрових технологій на уроках інформатики є можливість формувати логічне та алгоритмічне мислення без надмірного теоретизування.

Молодшим школярам не обов’язково одразу пропонувати складні визначення. Основи алгоритмічного мислення можна формувати через виконання послідовностей дій. Наприклад, дитина складає інструкцію для персонажа, планує маршрут або визначає, у якій послідовності необхідно виконати певні дії.

Поступово учні починають розуміти, що зміна порядку команд може змінювати результат. Наступним кроком може бути пошук помилки в готовому алгоритмі. Ще складнішим завданням є створення власного алгоритму та прогнозування його результату.

Логічні ігри дозволяють розвивати вміння порівнювати, групувати, знаходити закономірності та встановлювати зв’язки. Наприклад, дитині можна запропонувати визначити, який елемент порушує закономірність, або продовжити послідовність за певним правилом.

Такий підхід відповідає сучасним орієнтирам інформатичної освіти, у межах якої логічне та алгоритмічне мислення визначено важливими результатами навчання [5].

Ефективність ігрового підходу значною мірою залежить від професійної підготовки вчителя. Майбутній учитель початкової школи повинен не лише знати різні види ігор, а й розуміти, для чого саме вони використовуються.

Особливого значення це набуває під час підготовки майбутніх учителів до навчання інформатики. Студент педагогічної спеціальності має вміти перетворювати навчальний матеріал на доступну для дитини пізнавальну ситуацію, добирати відповідний ігровий формат та передбачати можливі труднощі.

Наприклад, якщо тема уроку пов’язана з алгоритмами, майбутній педагог повинен уміти створити не просто гру «Робот», а продумати, які саме алгоритмічні вміння вона формує. Якщо використовується цифрова вікторина,

потрібно визначити, чи перевіряє вона розуміння матеріалу, чи лише швидкість запам'ятовування.

Тому професійна підготовка майбутніх учителів має включати практичне моделювання ігрових фрагментів уроків, розроблення власних дидактичних ігор, аналіз готових цифрових ресурсів та оцінювання їх відповідності навчальній меті.

Такий підхід дозволяє майбутньому педагогу перейти від простого використання готових ігор до методично обґрунтованого проєктування ігрового навчання.

Проведений аналіз дає підстави стверджувати, що ігрові технології мають значний потенціал для формування пізнавального інтересу молодших школярів на уроках інформатики. Їх перевага полягає в можливості поєднати емоційне залучення дитини з конкретною навчальною діяльністю.

Сучасні українські дослідження підтверджують позитивний зв'язок ігрових технологій із мотивацією, пізнавальною активністю, розвитком мислення та комунікацією [1–4].

Водночас ефективність ігрового підходу залежить від того, наскільки гра інтегрована в зміст уроку. Якщо вона використовується лише для розваги або заповнення вільного часу, її дидактичний потенціал значно знижується.

Найбільш продуктивним є використання гри як способу постановки проблеми, пошуку рішення, практичного застосування знань і рефлексії. Саме за таких умов ігрова діяльність сприяє переходу від ситуативної цікавості до більш стійкого пізнавального інтересу.

Таким чином, ігрові технології доцільно розглядати як складову сучасної методики навчання інформатики в початковій школі, яка дозволяє організувати діяльнісне, емоційно насичене та водночас змістовне навчання.

Висновки. Отже, проведене дослідження дозволяє зробити висновок, що ігрові технології мають значний дидактичний потенціал у формуванні пізнавального інтересу молодших школярів на уроках інформатики. Їх використання відповідає віковим особливостям учнів початкової школи, оскільки забезпечує можливість пізнавати нове через активну діяльність, взаємодію, пошук і практичну дію.

Визначено, що основна педагогічна цінність ігрових технологій полягає у здатності поєднувати мотиваційний та навчальний компоненти. Гра створює емоційно привабливу ситуацію, але водночас може бути спрямована на засвоєння понять, формування умінь, розвиток логічного й алгоритмічного мислення та практичне використання цифрових засобів.

З'ясовано, що на уроках інформатики доцільно використовувати різноманітні види ігрової діяльності: дидактичні, логічні, алгоритмічні, рольові, командні ігри, квести та цифрові інтерактивні завдання. Їх вибір має визначатися не зовнішньою привабливістю, а змістом навчальної теми та очікуваним результатом.

Важливим є поєднання традиційних і цифрових ігрових технологій. Використання комп'ютерних та онлайн-ресурсів розширює можливості

інтерактивного навчання, проте не повинно замінювати безпосередню взаємодію дітей, рухову активність, комунікацію та практичну діяльність.

Ефективність ігрового підходу залежить від педагогічної доцільності його застосування. Гра має відповідати навчальній меті, віковим можливостям учнів, бути зрозумілою, доступною за тривалістю та забезпечувати участь усіх дітей. Важливим завершальним компонентом є обговорення результатів гри, оскільки саме рефлексія допомагає перетворити емоційний досвід на усвідомлений навчальний результат.

Значний потенціал ігрових технологій зумовлює необхідність відповідної підготовки майбутніх учителів початкової школи. Формування їхньої методичної готовності має передбачати не лише ознайомлення з видами ігор, а й набуття практичних умінь проєктувати ігрові завдання відповідно до навчальної мети, вікових особливостей учнів та змісту інформатичної освіти.

Список використаних джерел

1. Бадуненко В. С. Формування пізнавального інтересу здобувачів освіти засобами дидактичних ігор. Вісник Глухівського національного педагогічного університету імені Олександра Довженка. 2026. № 2 (61). С. 226–235. DOI: 10.31376/2410-0897-2026-2-61-226-235.
2. Колток Л. Б., Грицишин М. В. Використання ігрових педагогічних технологій в освітньому процесі початкової школи. Acta Paedagogica Volynienses. 2023. № 1. С. 70–76. DOI: 10.32782/apv/2023.1.11.
3. Крива М. М., Дрис М. В., Ващишин А. В. Використання інформаційно-комунікаційних технологій в організації дидактичних ігор у початковій школі. Вісник Львівського університету. Серія педагогічна. 2018. Вип. 33. С. 117–125. DOI: 10.30970/vpe.2018.33.9960.
4. Мороз Н. В. Ігровий підхід у навчанні інформатичної освітньої галузі в початковій школі. Педагогічна інноватика: сучасність та перспективи. 2025. № 10. DOI: 10.32782/ped-uzhnu/2025-10-7.
5. Про затвердження Державного стандарту початкової освіти : постанова Кабінету Міністрів України від 26 груд. 2025 р. № 1810. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1810-2025-%D0%BF (дата звернення: 25.08.2026).
6. Пшенична О. С., Гаращенко А. П. Ігрові технології на уроках інформатики. Педагогічні науки: теорія та практика. 2026. № 2. DOI: 10.26661/2786-5622-2026-2-18.
7. Салань Н. В. Застосування ігрових технологій на уроках математики та інформатики у початковій школі. Суми : СумДПУ ім. А. С. Макаренка, 2016.
8. Товканець Г. В., Сидор Ю. В. Розвиток пізнавального інтересу молодших школярів на уроках української мови. Вісник Львівського університету. Серія педагогічна. 2024. Вип. 40. DOI: 10.30970/vpe.2024.40.12237.

ПЕДАГОГІЧНІ УМОВИ РОЗВИТКУ НАЦІОНАЛЬНОГО ЛІДЕРСЬКОГО ПОТЕНЦІАЛУ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ

Хмелькова Ольга
докторка філософії (PhD),
Кафедра освітології та педагогічної інноватики
Університет Григорія Сковороди в Переяславі, Україна

Анотація. У статті розглядаються педагогічні умови, які сприяють розвитку національного лідерського потенціалу студентів, що є ключовим чинником у формуванні активної, відповідальної та соціально компетентної особистості. Обґрунтовується важливість проблеми розвитку національного лідерства в умовах сучасної освіти, яка обумовлена соціальними змінами, необхідністю виховання громадянської позиції серед молоді, а також усвідомленням національних цінностей і готовності до участі в суспільному житті. Визначено суть терміну «національний лідерський потенціал студентів» як сукупність особистісних рис, ціннісних орієнтацій, мотиваційних установок та соціальних і комунікативних навичок, що дозволяють індивіду впливати на своє соціальне оточення, брати відповідальність за спільну діяльність та діяти відповідно до загальносуспільних і національних цінностей. Окреслено основні педагогічні умови для його розвитку: створення підтримуючого освітнього середовища для саморозвитку лідерських якостей; залучення студентів до командної роботи, проєктної діяльності та громадських ініціатив; розвиток суб'єктності та почуття відповідальності; застосування інтерактивних і практично орієнтованих методик навчання; забезпечення педагогічної підтримки лідерських ініціатив. Наголошується на важливості поєднання індивідуального розвитку лідерських якостей з формуванням національної самооцінки, громадянської компетентності, культури взаємодії і готовності до суспільно корисної діяльності. Аргументується, що реалізація зазначених педагогічних умов буде сприяти розвитку самостійності, ініціативності, комунікативних навичок, критичного мислення та здатності студентів до конструктивного лідерства.

Ключові слова: національне лідерство, лідерський потенціал, здобувачі освіти, педагогічні умови, освітнє середовище, національна ідентичність, громадянська компетентність, лідерські якості, педагогічні технології, командна взаємодія.

Введення. Сучасний етап розвитку українського суспільства відзначається значними соціальними, культурними та освітніми змінами, які вимагають переосмислення задач підготовки молодого покоління до активної участі в житті суспільства. Система освіти повинна забезпечувати не лише здобуття знань і предметних компетентностей, але й створювати умови для розвитку особистісної суб'єктності, відповідальності, ініціативності, здатності до співпраці та активної громадянської позиції. Державний стандарт базової середньої освіти спрямовує освітній процес на формування ключових компетентностей і наскрізних умінь,

необхідних для успішної самореалізації особистості та відповідальної участі в суспільстві [1].

Особливо важливим є питання розвитку лідерського потенціалу здобувачів освіти. Сучасне сприйняття лідерства поступово переходить від традиційного уявлення про лідера як формального керівника до акценту на здатності особи ініціювати зміни, взаємодіяти з іншими, приймати відповідальні рішення, організовувати спільну діяльність та сприяти досягненню суспільно важливих цілей. В цьому контексті освіта стає важливим середовищем для цілеспрямованого розвитку лідерських якостей і компетентностей.

Громадянська освіта є основою для розвитку цього потенціалу. Концепція громадянської освіти в Україні визначає необхідність формування громадянської компетентності особистості, її активної позиції у суспільстві та готовності відповідально брати участь у його житті на основі демократичних цінностей [2].

В європейському освітньому просторі також наголошується на важливості формування активної позиції здобувачів освіти через розвиток компетентностей для демократичної культури. Рамка компетентностей для демократичної культури Ради Європи об'єднує цінності, ставлення, навички, знання та критичне мислення, які потрібні для активного залучення молоді в демократичному суспільстві [3].

Поєднання розвитку лідерського потенціалу з формуванням національної ідентичності й громадянської відповідальності має велике значення. У цьому контексті національне лідерство слід розглядати не як домінування однієї особистості над іншими, а як здатність ініціювати і організовувати діяльність заради досягнення соціально значущих цілей, консолідації групи та відповідального ставлення до громади разом із збереженням і розвитком національних цінностей.

Педагогічний аспект цієї проблеми полягає в тому, що лідерський потенціал складається не лише з індивідуально-психологічних характеристик, адже він може бути свідомо розвинений під час освітньої діяльності. Важливими є умови освітнього середовища, стиль взаємодії між викладачами та здобувачами, організація командної роботи й проєктної діяльності разом із системою самоуправління здобувачами.

Роль педагога у розвитку лідерського потенціалу також включає створення умов для самостійного вибору дій студентів і їхньої активної участі. Сучасний професійний стандарт учителя закладу освіти визначає широкий спектр професійних компетентностей педагогів, а саме здатність організовувати та взаємодіяти зі всіма учасниками освітнього процесу, підтримувати розвиток особистості студента й створювати умови для його активного залучення [4].

Разом із тим проблема педагогічних умов розвитку національного лідерського потенціалу потребує подальшого концептуального осмислення. Необхідно визначити суть цього явища його структурні компоненти та педагогічні умови для ефективного його розвитку.

Мета дослідження полягала в теоретичному обґрунтуванні умов, необхідних для розвитку національного лідерського потенціалу здобувачів та визначенні ключових напрямків їх реалізації в сучасній освітній сфері.

Для досягнення цієї мети були сформульовані такі завдання:

- Провести аналіз наукових підходів до розуміння термінів «лідерство», «лідерський потенціал», «національне лідерство» та «національний лідерський потенціал».
- Визначити сутність і структуру національного лідерського потенціалу здобувачів.
- Охарактеризувати вплив освітнього середовища на формування лідерських якостей у здобувачів освіти.
- Встановити та обґрунтувати основні педагогічні умови, що сприяють розвитку національного лідерського потенціалу.
- Визначити педагогічні технології та форми діяльності, що підтримують розвиток національного лідерства серед здобувачів.

Результати дослідження та їх обговорення. Аналіз наукової літератури дає підстави вважати, що поняття «лідерство» має міждисциплінарний характер і досліджується в психології, педагогіці, соціології, менеджменті та політології. У педагогічному вимірі лідерство доцільно розглядати насамперед у зв’язку з розвитком особистісної суб’єктності, громадської активності, відповідальності та здатності до конструктивної взаємодії.

Рамка компетентностей для демократичної культури Ради Європи наголошує, що освіта мусить сприяти формуванню вміння молодих людей активно залучатися до демократичного життя, співпрацювати з іншими та діяти, керуючись правами людини, демократичними цінностями й принципом верховенства права [3].

Виходячи з цього, національний лідерський потенціал здобувачів освіти можна трактувати як інтегровану сукупність особистісних, ціннісних, пізнавальних, комунікативних та організаційно-діяльнісних ресурсів індивіда, що забезпечують його готовність ініціювати й організовувати суспільно значущі дії, конструктивно взаємодіяти з іншими, брати на себе відповідальність та проявляти лідерську позицію на засадах національних і загальнолюдських цінностей.

Варто також чітко розрізняти поняття «національне лідерство» й політичне лідерство. У педагогічних дослідженнях мова йде не про підготовку майбутніх політичних діячів, а про формування особистості, яка може стати активним суб’єктом розвитку власної громади, освітнього середовища та суспільства в цілому.

Національний компонент лідерського потенціалу проявляється в усвідомленні особою своєї приналежності до українського суспільства, повазі до національної культури й історії, сформованості громадянської відповідальності, готовності діяти в інтересах спільноти та здатності об’єднувати інших навколо конструктивних суспільно значущих цілей [2; 3].

На підставі проведеного аналізу доцільно виокремити шість взаємопов'язаних складових національного лідерського потенціалу.

Ціннісно-мотиваційний компонент передбачає наявність системи національних, громадянських, демократичних і загальнолюдських цінностей, стимулів до суспільно корисної діяльності, прагнення до самореалізації та відповідального ставлення до власних результатів [2; 3].

Особистісний компонент охоплює ініціативність, відповідальність, самостійність, цілеспрямованість, наполегливість, упевненість у власних силах та готовність приймати рішення.

Когнітивний компонент передбачає систему знань про суспільство, державу, національну культуру, права й обов'язки громадянина, механізми громадянської участі, а також розвинене критичне мислення. Рамка Ради Європи безпосередньо включає знання та критичне розуміння до структури компетентностей демократичної культури [3].

Комунікативний компонент охоплює вміння вести діалог, аргументовано висловлювати власну позицію, слухати інших, співпрацювати в команді, конструктивно вирішувати конфлікти та встановлювати партнерську взаємодію.

Організаційно-діяльнісний компонент характеризується вмінням визначати цілі, планувати діяльність, розподіляти завдання, координувати роботу колективу, приймати рішення й нести відповідальність за результати.

Рефлексивний компонент передбачає здатність до самоаналізу, оцінювання власної поведінки, усвідомлення сильних і слабких сторін та визначення напряму подальшого особистісного розвитку.

Отже, національний лідерський потенціал має комплексну структуру і не зводиться до окремого переліку «лідерських якостей». Його розвиток вимагає одночасного формування ціннісної позиції, знань, соціальних навичок, особистісної зрілості та практичного досвіду.

Педагогічну умову розуміємо як спеціально створені або цілеспрямовано організовані обставини освітнього процесу, які забезпечують можливість досягнення визначеного педагогічного результату.

Першою педагогічною умовою є створення суб'єкт-суб'єктного освітнього середовища, спрямованого на підтримку лідерської ініціативи.

Розвиток лідерського потенціалу неможливий у межах авторитарної моделі взаємодії, де здобувач освіти здебільшого залишається пасивним виконавцем. Натомість освітнє середовище має давати простір для висловлення власної позиції, пропонування ідей, самостійного прийняття рішень і взяття відповідальності за їх виконання.

Європейська рамка компетентностей для демократичної культури також закликає педагогів формувати освітні практики, що сприяють активній участі здобувачів і розвитку їхніх демократичних компетентностей [3].

Другою умовою є залучення здобувачів освіти до командної та проєктної діяльності.

Саме в процесі спільної роботи учасник набуває можливості практично виконувати лідерські функції: ініціювати дії, формулювати мету, розподіляти ролі, координувати зусилля, приймати рішення та оцінювати результати. Проєктна діяльність також дозволяє зв'язати навчальний зміст із реальними суспільними викликами.

Третьою умовою є формування національно-громадянської ціннісної основи лідерства.

Лідерська активність без ціннісної бази може бути спрямована лише на досягнення особистих цілей. У педагогічному контексті важливо формувати усвідомлення того, що лідерство пов'язане з відповідальністю перед іншими людьми й суспільством.

Концепція розвитку громадянської освіти в Україні підкреслює потребу формування громадянської компетентності, активної громадянської позиції, відповідальності та здатності особистості брати участь у суспільному житті [2].

Четвертою умовою є розвиток суб'єктності здобувачів освіти.

Здобувач повинен бути не об'єктом педагогічного впливу, а активним творцем власного розвитку. Для цього треба створювати ситуації вибору, проблемні завдання, умови для досягнення успіху, рефлексивні практики та можливості самостійного планування діяльності.

П'ятою умовою є розвиток комунікативної та соціальної компетентності.

Національний лідер має вміти не тільки висловлювати свою позицію, а й чути інших, домовлятися, аргументувати, вести конструктивний діалог і враховувати різні точки зору. Ці компетентності входять до поняття демократичної культури, визначеної Радою Європи [3].

Шостою умовою є педагогічний супровід і наставництво.

Педагог повинен виступати не лише як передавач навчальної інформації, а й як організатор освітньої взаємодії, наставник і фасилітатор розвитку здобувача. Особливо важливими є підтримка ініціативи, конструктивний зворотний зв'язок, рефлексія та індивідуальна підтримка.

Сучасні підходи Ради Європи до педагогічної діяльності також акцентують увагу на здатності педагога слухати здобувачів, підтримувати їхню автономію, емпатію та відповідальність [5].

Реалізація перелічених педагогічних умов вимагає застосування відповідних форм і технологій освітньої діяльності. Найбільш перспективними є: проєктна діяльність, проблемне навчання, кооперативне навчання, кейс-метод, дискусії та дебати, тренінгові технології, соціальне проєктування, учнівське та студентське самоврядування, волонтерська діяльність, громадянські ініціативи, рольові та ділові ігри, технології рефлексивного навчання.

Застосування вказаних технологій дозволяє змістити акцент з теоретичного проголошення лідерських якостей на їхнє практичне опанування.

Особливу роль відіграє учнівське та студентське самоврядування, оскільки воно створює природне поле для набуття досвіду прийняття рішень, розподілу відповідальності, організації спільної діяльності та представництва інтересів групи.

Доцільним є також використання соціального проєктування, у межах якого здобувачі виявляють суспільну проблему, аналізують її причини, розробляють шляхи вирішення та втілюють відповідний проєкт. Такий підхід поєднує розвиток лідерських компетентностей зі сприянням громадянській активності.

Отже, педагогічний процес розвитку національного лідерського потенціалу має бути діяльнісно спрямованим, практикоорієнтованим і суб'єктним. Його результатом має стати не лише засвоєння знань про лідерство, а й набуття реального досвіду лідерської поведінки та відповідальної суспільної діяльності.

Проведене теоретичне дослідження підтверджує, що розвиток національного лідерського потенціалу здобувачів є ключовим аспектом сучасної педагогічної теорії та практики.

Національний лідерський потенціал студента слід розглядати як комплексну характеристику особистості, яка об'єднує ціннісно-мотиваційні, особистісні, когнітивні, комунікативні, організаційно-діяльнісні та рефлексивні компоненти. Його унікальність полягає в поєднанні активності лідера з громадянською відповідальністю, національною ідентичністю, соціальною активністю та орієнтацією на значущі для суспільства цілі.

Визначено, що для ефективного розвитку національного лідерського потенціалу необхідний набір взаємопов'язаних педагогічних умов: створення суб'єкт-суб'єктного освітнього середовища; підтримка ініціативи лідерів; залучення студентів до командної роботи, проєктної діяльності та громадських справ; формування національно-громадянських цінностей; розвиток суб'єктності разом із комунікативними та соціальними компетентностями; забезпечення педагогічного супроводу і наставництва.

Ключовою умовою успішності цього процесу є системність, адже розвиток лідерського потенціалу не може обмежуватися лише окремими виховними заходами. Він має бути інтегрований в навчальний процес, виховання, проєктну діяльність поза аудиторіями та громадську активність здобувачів.

Перспективи подальших досліджень можуть полягати у створенні структурно-функціональної моделі розвитку національного лідерського потенціалу здобувачів, визначенні критеріїв і показників його сформованості, а також експериментальному підтвердженні ефективності визначених педагогічних умов.

Список використаних джерел

1. Про деякі питання державних стандартів повної загальної середньої освіти: Постанова Кабінету Міністрів України від 30.09.2020 № 898. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/898-2020-п (дата звернення: 21.08.2026).
2. Про схвалення Концепції розвитку громадянської освіти в Україні: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 03.10.2018 № 710-р (у редакції від 08.10.2022). URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/710-2018-р (дата звернення: 21.08.2026).

3. Council of Europe. Reference Framework of Competences for Democratic Culture. Vol. 1: Context, concepts and model. Strasbourg. Council of Europe, 2018. URL: https://www.coe.int/en/web/education/-/reference-framework-of-competences-for-democratic-culture-4?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 21.08.2026).
4. Міністерство освіти і науки України. Про затвердження професійного стандарту «Вчитель закладу загальної середньої освіти»: наказ від 29.08.2024 № 1225. URL: https://mon.gov.ua/npa/pro-zatverdzhennia-profesiinoho-standartu-vchytel-zakladu-zahalnoi-serednoi-osvity (дата звернення: 21.08.2026).
5. Council of Europe. Reference Framework of Competences for Democratic Culture: Teacher Reflection Tool. Strasbourg. Council of Europe. 2022. URL: https://www.coe.int/en/web/education/-/reference-framework-of-competences-for-democratic-culture-2?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 21.08.2026).
6. Council of Europe. Reference Framework of Competences for Democratic Culture: Guidance document for higher education. Strasbourg. Council of Europe. 2021. URL: https://www.coe.int/en/web/education/-/reference-framework-of-competences-for-democratic-culture-rfcdc-2?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 21.08.2026).
7. Council of Europe. Reference Framework of Competences for Democratic Culture. Vol. 2. Descriptors of competences. Strasbourg. Council of Europe. 2018. URL: https://www.coe.int/en/web/education/-/reference-framework-of-competences-for-democratic-culture-7?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 21.08.2026).

МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРАКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА УРОКАХ ІНФОРМАТИКИ В ПОЧАТКОВІЙ ШКОЛІ

Мойко Оксана
кандидат педагогічних наук, доцент
Грицай Христина
здобувач вищої освіти магістерського рівня
Факультет початкової освіти та мистецтва
Дрогобицький державний педагогічний університет
ім. І. Франка, Україна

Анотація. У статті розглянуто методичні особливості використання інтерактивних технологій на уроках інформатики в початковій школі. Обґрунтовано актуальність їх застосування для активізації пізнавальної діяльності учнів, розвитку самостійності, творчості, логічного та алгоритмічного мислення, а також навичок співпраці й комунікації. Проаналізовано сутність інтерактивного навчання та охарактеризовано основні групи інтерактивних технологій, доцільних для учнів 1–4 класів: кооперативне й колективно-групове навчання, ситуативне моделювання та цифрові інтерактивні ресурси. Визначено

основні методичні умови ефективного використання інтерактивних технологій, зокрема їх відповідність дидактичній меті, урахування вікових особливостей учнів, поєднання різних форм роботи, забезпечення зворотного зв'язку та дотримання вимог цифрової безпеки. Визначено педагогічний потенціал інтерактивних технологій у підвищенні навчальної мотивації, активізації пізнавальної діяльності та розвитку предметних і ключових компетентностей молодших школярів. Обґрунтовано доцільність їх поєднання з іншими формами й методами навчання для забезпечення результативності освітнього процесу.

Ключові слова: інтерактивні технології, інтерактивне навчання, початкова школа, інформатика, пізнавальна діяльність, цифрові освітні ресурси, молодші школярі, навчальна мотивація.

Вступ. Сучасний розвиток початкової освіти актуалізує пошук ефективних підходів до організації освітнього процесу, які передбачають не лише засвоєння учнями системи знань, а й формування їхньої здатності самостійно діяти, використовувати набуті знання в нових навчальних і життєвих ситуаціях, взаємодіяти з іншими, здійснювати пошук, аналіз та критичне оцінювання інформації. Відповідно, сучасна модель початкової освіти ґрунтується на компетентнісному, діяльнісному та особистісно орієнтованому підходах, що забезпечують активну участь учня в освітньому процесі та спрямованість навчання на його всебічний розвиток.

Концептуальні засади Нової української школи передбачають орієнтацію освітнього процесу на формування компетентностей і наскрізних умінь учнів, розвиток їхньої самостійності, творчості та здатності застосовувати знання на практиці [2]. У Типовій освітній програмі, розробленій під керівництвом О. Я. Савченко, метою початкової освіти визначено всебічний розвиток дитини, її здібностей і компетентностей, а також розвиток самостійності, творчості та допитливості [6].

Особливе місце в реалізації цих завдань належить інформатиці. Навчання інформатики в початковій школі пов'язане не тільки з формуванням початкових навичок роботи з цифровими пристроями, а й із розвитком уміння працювати з інформацією, розв'язувати проблеми, створювати інформаційні об'єкти, використовувати цифрові інструменти та діяти безпечно в інформаційному середовищі. Типова освітня програма для 1–4 класів передбачає формування інформатичної та інших ключових компетентностей, розвиток умінь опрацьовувати інформацію та здійснювати індивідуальну й колективну діяльність в інформаційному середовищі [6; 7].

Отже, зміст інформатичної освіти безпосередньо пов'язаний із активною діяльністю учнів. Застосування лише репродуктивних методів навчання, за яких учитель демонструє готовий спосіб дії, а учень його відтворює, не завжди забезпечує необхідний рівень самостійності та пізнавальної активності. Виникає потреба в таких технологіях, які залучають дитину до взаємодії, пошуку, обговорення, аналізу та прийняття рішень.

Одним із перспективних засобів реалізації зазначених завдань є інтерактивні технології навчання. Їх сутність полягає в організації активної взаємодії учасників освітнього процесу, за якої учень виступає не пасивним споживачем навчальної інформації, а активним суб'єктом пізнавальної діяльності. Теоретичні основи інтерактивного навчання в українській педагогіці ґрунтовно розроблені О. Пометун і Л. Пироженко, які систематизували інтерактивні технології та обґрунтували особливості їх використання в освітньому процесі [3; 4]. Праці цих дослідників стали основою для подальшого розвитку методики інтерактивного навчання в початковій школі.

Проблематика інтерактивних технологій у початковій освіті також представлена в дослідженнях О. Біди, Г. Коберник, О. Комар та інших науковців, які акцентують увагу на організації взаємодії учнів, груповій роботі, активізації пізнавальної діяльності та необхідності методично обґрунтованого добору інтерактивних методів [1].

Сучасний етап розвитку цифрової освіти розширює можливості інтерактивного навчання завдяки використанню цифрових платформ і ресурсів. М. Швардак, досліджуючи цифрові інтерактивні технології в початковій школі, розглядає їх як комплекс апаратних і програмних засобів, що забезпечують взаємодію учня з цифровим середовищем та іншими учасниками освітнього процесу [8]. Дослідниця водночас наголошує на необхідності обґрунтованого використання цифрових технологій, дотримання балансу між цифровими й традиційними засобами навчання, а також вимог безпеки та приватності.

Таким чином, актуальність дослідження зумовлена необхідністю визначення таких способів використання інтерактивних технологій, які відповідатимуть специфіці навчання інформатики в початковій школі та сприятимуть активізації пізнавальної діяльності молодших школярів.

Мета та завдання дослідження. Метою статті є теоретичне обґрунтування та систематизація методичних особливостей застосування інтерактивних технологій у процесі навчання інформатики учнів початкової школи, а також визначення їх можливостей у підвищенні пізнавальної активності та результативності освітнього процесу.

Завдання дослідження передбачають уточнення сутності й класифікаційних характеристик інтерактивних технологій, обґрунтування педагогічних і методичних умов їх ефективного застосування на уроках інформатики, визначення доцільності використання цифрових інтерактивних ресурсів на різних етапах уроку та з'ясування їхнього потенціалу щодо розвитку пізнавальної активності й інформатичних компетентностей молодших школярів.

Результати дослідження та їх обговорення. Поняття «інтерактивне навчання» пов'язане з організацією освітнього процесу на основі активної взаємодії його учасників. На відміну від традиційної моделі, у якій переважає передавання інформації від учителя до учня, інтерактивне навчання передбачає створення умов для спільного пошуку, обговорення, аналізу та прийняття рішень.

О. Пометун і Л. Пироженко розглядають інтерактивні технології як такі, що забезпечують активну взаємодію учасників навчання та передбачають організацію навчальної діяльності через взаємне навчання, співпрацю і комунікацію [3; 4]. Такий підхід особливо важливий для початкової школи, оскільки молодший шкільний вік характеризується потребою дитини в діяльності, спілкуванні та емоційно насиченій взаємодії.

На уроках інформатики інтерактивність набуває додаткового значення. Учень взаємодіє не лише з учителем і однокласниками, а й із цифровим середовищем. Відповідно, інтерактивний урок інформатики можна розглядати як організацію освітньої діяльності, у якій поєднуються соціальна взаємодія та цифрова взаємодія.

При цьому важливо не ототожнювати інтерактивну технологію з цифровим ресурсом. Цифровий ресурс є лише інструментом, тоді як інтерактивна технологія визначає спосіб організації діяльності учнів. Наприклад, онлайн-вправа на встановлення відповідностей може виконуватися кожним учнем індивідуально. У такому випадку вона забезпечує цифрову взаємодію, але не обов’язково реалізує повною мірою інтерактивну модель навчання. Якщо ж ця сама вправа виконується в парах, учні пояснюють один одному свої рішення, аргументують відповіді та спільно виправляють помилки, її педагогічний потенціал значно розширюється.

Саме тому методична цінність інтерактивних технологій полягає не стільки в наявності сучасного цифрового інструменту, скільки в характері діяльності, яку він організовує.

Для уроків інформатики важливо, щоб інтерактивна діяльність була спрямована на формування конкретних способів мислення та дії. Наприклад, під час вивчення алгоритмів учням можна запропонувати не просто виконати готову послідовність команд, а визначити порядок дій, знайти помилку в алгоритмі, порівняти два способи розв’язання або самостійно створити алгоритм для певної ситуації. У такому випадку цифровий засіб стає інструментом розвитку алгоритмічного мислення.

Отже, інтерактивні технології на уроках інформатики доцільно розглядати як спосіб організації активної пізнавальної діяльності, що передбачає взаємодію учнів, учителя, навчального матеріалу та цифрового середовища.

Ефективність інтерактивного навчання залежить насамперед від методично правильного добору технології. Використання інтерактивної вправи лише через її зовнішню привабливість не забезпечує автоматичного підвищення результативності навчання. Тому визначальним має бути не питання про те, який сервіс використати, а питання про те, якого навчального результату потрібно досягти та яка діяльність сприятиме його формуванню.

Першою важливою умовою є відповідність інтерактивної технології дидактичній меті уроку. Якщо метою є формування поняття «алгоритм», доцільними можуть бути завдання на встановлення послідовності та прогнозування результату. Якщо учні вивчають правила безпечної поведінки в

Інтернеті, ефективнішими будуть проблемні ситуації, обговорення та моделювання, ніж механічне тестування. Якщо формується вміння створювати цифровий продукт, доцільно організовувати практичну діяльність із подальшим обговоренням результатів.

Не менш важливим є врахування вікових та індивідуальних особливостей молодших школярів. Учні 1–2 класів потребують коротких, чітко структурованих завдань, значної кількості наочності та допомоги в організації взаємодії. Для учнів 3–4 класів можна поступово збільшувати рівень самостійності, пропонувати завдання на аналіз, порівняння, аргументацію та створення власних інформаційних продуктів.

Особливого значення набуває поєднання різних форм організації навчальної діяльності. Інтерактивне навчання не означає постійної роботи учнів у групах або безперервного використання цифрових ресурсів. На уроці доцільно чергувати фронтальне обговорення, індивідуальне виконання завдань, роботу в парах і малих групах. Такий підхід забезпечує зміну видів діяльності та дає можливість залучати до роботи учнів із різними освітніми потребами.

У цьому контексті важливим є принцип поступового переходу від репродуктивних до продуктивних і творчих завдань. На початковому етапі учень може відтворювати спосіб дії за зразком, потім застосовувати його в аналогічній ситуації, далі аналізувати результат, знаходити помилки та, зрештою, створювати власний спосіб розв’язання.

Наприклад, під час вивчення алгоритмів спочатку можна запропонувати учням розташувати команди у правильній послідовності. Наступним завданням може бути пошук помилки в готовому алгоритмі. Після цього учні складають власний алгоритм, а потім пояснюють його партнеру. Таким чином, одна тема може бути реалізована через поступове ускладнення пізнавальних дій.

Важливою методичною умовою є також забезпечення зворотного зв’язку. Цифрові інтерактивні ресурси часто дають можливість учневі одразу побачити результат виконання завдання, проте автоматичного повідомлення «правильно/неправильно» недостатньо для повноцінного навчання. Учень має розуміти причину помилки та спосіб її виправлення. Тому цифровий зворотний зв’язок бажано доповнювати коментарем учителя, взаємоперевіркою або самооцінюванням.

Дослідження М. Швардак також засвідчує, що цифрові інтерактивні технології потребують методично обґрунтованого використання, а їх інтеграція в освітній процес має передбачати баланс між цифровими та традиційними засобами навчання [8].

Таким чином, методично доцільне використання інтерактивних технологій передбачає не збільшення кількості інтерактивних вправ, а підвищення якості пізнавальної діяльності учнів.

Інтерактивні технології можуть використовуватися **на різних етапах уроку** інформатики, однак зміст і форма їх застосування мають відповідати конкретній дидактичній функції.

На етапі мотивації доцільно створювати проблемну ситуацію, яка викликає в учнів пізнавальний інтерес. Наприклад, перед вивченням алгоритмів можна запропонувати дітям пояснити, чому виконання певної послідовності дій без зміни порядку призводить до іншого результату. Така ситуація створює потребу в новому знанні.

Під час актуалізації знань ефективними є короткі інтерактивні вправи, що дозволяють швидко виявити рівень підготовленості учнів. Це можуть бути завдання на встановлення відповідностей, класифікацію, вибір правильного варіанта або визначення помилки. Однак важливо, щоб перевірка не обмежувалася відтворенням фактів. Доцільно доповнювати її запитаннями «Чому?», «Як ти це визначив?», «Чи можна зробити інакше?».

Під час пояснення нового матеріалу інтерактивний підхід дає змогу перейти від пасивного сприймання до дослідницької діяльності. Наприклад, замість готового пояснення видів інформації учням можна запропонувати розглянути конкретні приклади та самостійно визначити спільні ознаки. Учитель у такому випадку не повідомляє готовий висновок, а організовує процес його формулювання.

На етапі практичної роботи особливо ефективними є парні та групові форми. Під час роботи з графічним редактором учні можуть спільно планувати майбутнє зображення, обговорювати послідовність дій і взаємно оцінювати результат. Під час навчання програмування один учень може запропонувати алгоритм, а інший — перевірити його та спрогнозувати результат виконання.

На етапі закріплення інтерактивні цифрові вправи можуть використовуватися для систематизації знань. Проте їх варто добирати таким чином, щоб вони не перетворювалися на механічне натискання правильних відповідей. Значно більший педагогічний ефект мають завдання, у яких учень повинен пояснити вибір, знайти закономірність або самостійно виправити помилку.

На завершальному етапі уроку важливо організувати рефлексію. Молодшим школярам можна запропонувати завершити речення: «Сьогодні я зрозумів…», «Для мене було складним…», «Тепер я можу…». Такий прийом дає змогу учневі усвідомити власний результат і сприяє формуванню навичок самооцінювання.

Отже, інтерактивні технології можуть бути інтегровані в структуру всього уроку, але не повинні використовуватися механічно. Їх функція змінюється залежно від етапу навчання та поставленої дидактичної мети.

Цифровізація освіти значно розширила можливості організації інтерактивної діяльності молодших школярів. Сучасний учитель може використовувати сервіси для створення інтерактивних вправ, вікторин, навчальних ігор, цифрових дошок, спільних документів та мультимедійних матеріалів.

Серед інструментів, які можуть використовуватися в початковій школі, доцільно назвати LearningApps, Wordwall, Kahoot!, Quizizz, а також середовища, орієнтовані на алгоритмізацію та програмування, зокрема Scratch і Code.org.

Однак сама назва цифрового ресурсу не визначає його педагогічної цінності. Один і той самий інструмент може використовуватися як для простого відтворення інформації, так і для організації складнішої пізнавальної діяльності.

Наприклад, LearningApps можна застосовувати для встановлення відповідностей між поняттями та прикладами, класифікації інформації, визначення послідовності алгоритму. Wordwall може бути використаний для створення завдань на повторення та закріплення. Kahoot! або Quizizz доцільні для оперативного оцінювання та актуалізації знань. Scratch і Code.org мають значний потенціал для формування алгоритмічного мислення через створення програмних продуктів.

Водночас під час використання таких ресурсів важливо зберігати баланс між індивідуальною цифровою діяльністю та взаємодією учнів. Наприклад, інтерактивну вправу можна виконувати не кожному учневі окремо, а в парах, коли один учень пояснює спосіб розв'язання, а другий здійснює безпосередню роботу з цифровим інтерфейсом. Потім ролі змінюються. Такий формат забезпечує одночасно цифрову, комунікативну та пізнавальну активність.

Для уроків інформатики особливо важливо, що цифровий інструмент може бути не лише засобом навчання, а й об'єктом дослідження. Учні можуть аналізувати структуру цифрового середовища, порівнювати способи виконання певної операції, знаходити помилки, створювати власні цифрові продукти. Таким чином, використання цифрових технологій переходить від споживання готового контенту до його створення та критичного опрацювання.

Основною перевагою інтерактивних технологій у контексті навчання інформатики є можливість створити умови для активної пізнавальної діяльності. Пізнавальна активність проявляється не лише в зацікавленості учня, а й у його готовності ставити запитання, висувати припущення, шукати способи розв'язання, аналізувати результат і робити висновки.

Інформатика має значні можливості для розвитку таких умінь, оскільки її зміст передбачає роботу з алгоритмами, інформацією, моделями та цифровими об'єктами. Інтерактивні технології дають можливість зробити цю діяльність більш діяльнісною.

Наприклад, під час вивчення алгоритмів учитель може поставити запитання: «Чи можна отримати той самий результат за допомогою іншого алгоритму?». Учні працюють у парах, пропонують власні варіанти та перевіряють їх. У такому випадку дитина не просто засвоює поняття алгоритму, а порівнює способи розв'язання та робить висновок щодо їх ефективності.

Під час вивчення теми, пов'язаної з інформаційною безпекою, можна запропонувати ситуацію, у якій учень отримує підозріле повідомлення. Діти обговорюють можливі дії, аргументують власні рішення та формулюють правила безпечної поведінки. Така діяльність сприяє не лише засвоєнню правил, а й розвитку критичного мислення.

Важливим є також розвиток здатності до співпраці. Під час групової роботи учень має не лише виконати власне завдання, а й пояснити його іншим,

вислухати альтернативні думки, узгодити спільне рішення. Тому інтерактивні технології можуть сприяти одночасному розвитку предметних і ключових компетентностей.

Найбільш продуктивними є завдання, що спонукають молодших школярів аналізувати, порівнювати, класифікувати, прогнозувати, встановлювати причинно-наслідкові зв'язки та створювати власний продукт. Саме в цьому випадку інтерактивна технологія стає засобом розвитку пізнавальної діяльності, а не лише способом урізноманітнення уроку.

Застосування інтерактивних технологій змінює характер професійної діяльності вчителя. Він не втрачає провідної ролі в освітньому процесі, але змінює спосіб її реалізації. Учитель виступає організатором взаємодії, консультантом і фасилітатором пізнавальної діяльності учнів.

Підготовка інтерактивного уроку має починатися з визначення очікуваного результату. Після цього вчитель добирає метод, форму взаємодії та, за потреби, цифровий інструмент. Важливо також передбачити можливі труднощі, час виконання та спосіб перевірки результату.

Особливої уваги потребує формулювання інструкцій. Для молодших школярів вони мають бути короткими, послідовними та зрозумілими. Якщо завдання передбачає групову роботу, бажано заздалегідь визначити порядок дій і ролі учасників.

Учитель також має забезпечувати психологічно безпечне середовище. Помилка під час інтерактивного навчання повинна розглядатися не як причина для негативного оцінювання, а як можливість для аналізу та подальшого вдосконалення. Такий підхід сприяє формуванню позитивного ставлення до навчання та готовності учнів пробувати різні способи розв'язання.

Узагальнення теоретичних положень дозволяє визначити кілька взаємопов'язаних умов ефективного застосування інтерактивних технологій на уроках інформатики.

Передусім інтерактивна технологія має бути педагогічно доцільною. Її використання повинно сприяти досягненню конкретного результату навчання, а не лише створювати ефект новизни. Важливим є також урахування вікових можливостей учнів та їхнього попереднього досвіду роботи з цифровими пристроями.

Не менш значущим є дозування інтерактивної діяльності. Надмірна кількість цифрових вправ може призводити до поверхового опрацювання матеріалу та зменшувати можливості для усного обговорення, практичної діяльності й рефлексії. Тому цифрові засоби мають органічно поєднуватися з традиційними методами навчання.

Окрему увагу необхідно приділяти цифровій безпеці. Учитель має перевіряти зміст та надійність використовуваних ресурсів, не допускати відкритого доступу до персональних даних учнів і формувати навички безпечної поведінки в цифровому середовищі. Необхідність такого підходу підкреслюється і в сучасних дослідженнях цифрових інтерактивних технологій [9].

Ефективність інтерактивного навчання також значною мірою залежить від систематичності. Поодиноке використання інтерактивної вправи не забезпечує стійкої зміни характеру навчальної діяльності. Важливо поступово формувати в учнів досвід співпраці, взаємодопомоги, самооцінювання, аргументації та самостійного пошуку.

Отже, інтерактивні технології мають розглядатися як складник цілісної методичної системи навчання інформатики, а не як окремий набір прийомів або цифрових сервісів.

Висновки. Проведений аналіз засвідчує, що інтерактивні технології мають значний потенціал для вдосконалення навчання інформатики в початковій школі. Їх застосування відповідає сучасній орієнтації початкової освіти на компетентнісний і діяльнісний підходи, оскільки створює умови для активної участі учнів у навчанні, співпраці, самостійного пошуку та практичного застосування знань [1, 6].

Визначено, що інтерактивні технології доцільно розуміти не лише як використання цифрових ресурсів, а як спосіб організації активної взаємодії учнів із навчальним матеріалом, учителем, однокласниками та цифровим середовищем. Цифровий ресурс у цьому випадку виступає інструментом реалізації певної методичної мети, а його педагогічна ефективність залежить від характеру діяльності, яку він забезпечує.

Обґрунтовано, що результативність інтерактивного навчання визначається насамперед відповідністю обраної технології меті уроку, урахуванням вікових особливостей учнів, раціональним поєднанням різних форм роботи, забезпеченням зворотного зв’язку та організацією рефлексії. Важливо також дотримуватися балансу між цифровими й традиційними засобами навчання та вимог цифрової безпеки [8].

Встановлено, що найбільший педагогічний потенціал мають інтерактивні завдання, які передбачають аналіз, порівняння, прогнозування, пошук помилок, аргументацію та створення власних інформаційних продуктів. Саме такі види діяльності сприяють розвитку пізнавальної активності, самостійності, логічного й алгоритмічного мислення молодших школярів.

Список використаних джерел

1. Біда О. А. та ін. Інтерактивні технології навчання в початковій школі : посібник для студентів вищих педагогічних навчальних закладів та вчителів загальноосвітніх шкіл. Умань : Софія, 2007. 209 с.
2. Концепція «Нова українська школа». Міністерство освіти і науки України. Київ, 2016.
3. Пометун О. І., Пироженко Л. В. Інтерактивні технології навчання: теорія, практика, досвід : метод. посіб. Київ : А.П.Н., 2002. 135 с.
4. Пометун О. І., Пироженко Л. В. Сучасний урок. Інтерактивні технології навчання : наук.-метод. посіб. Київ : А.С.К., 2006. 192 с.
5. Руденко Н. Інтерактивні технології навчання на уроках математики у початковій школі: від планування до результату. Педагогічна освіта: Теорія і

практика. Психологія. Педагогіка. 2019. № 32. С. 22–28. DOI: 10.28925/2311-2409.2019.32.3.
6. Типова освітня програма, розроблена під керівництвом О. Я. Савченко. 1–2 клас. Київ : Міністерство освіти і науки України, 2022.
7. Типова освітня програма, розроблена під керівництвом О. Я. Савченко. 3–4 клас. Київ : Міністерство освіти і науки України.
8. Швардак М. В. Цифрові інтерактивні технології в освітньому процесі початкової школи. Науковий журнал Хортицької національної академії. 2023. № 1(8). С. 38–47. DOI: 10.51706/2707-3076-2023-8-3.
9. Швардак М. В., Мочан Т. М. Технологія «перевернутий клас» на уроках інформатики в початкових класах. Науковий журнал Хортицької національної академії. 2024. № 1(10). DOI: 10.51706/2707-3076-2024-10-1.

DOI 10.70286/EOSS-31.08.2026.019.276-288

ENGLISH CONVERSION NEOLOGISMS IN THE MILITARY-POLITICAL SPHERE

Kiyko Svitlana
Doctor of Philology, Full Professor
Department of Germanic Philology and Translation Studies
Khmelnytskyi National University
Rubanets Tetiana
Candidate of Philological Sciences, Assistant Professor
Department of Foreign Languages for Humanities
Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, Ukraine

Abstract. The article examines English neologisms formed through conversion in the military and political spheres. The study aims to identify the semantic, cognitive, and sociocultural factors underlying the emergence and development of conversion-based neologisms and to determine their role in reflecting changes in the conceptual worldview of English-speaking society. The research material comprises 358 conversion neologisms selected from dictionaries of new words and analysed within two chronological periods: the 1950s–1970s and the 2000s–2020s. The study employs semantic interpretation combined with elements of cognitive-discursive analysis. Particular attention is paid to the relationship between the meanings of the source nouns, adjectives, or compound bases and the meanings acquired by the converted verbs. The analysis demonstrates that conversion serves not only as a productive means of expanding the English lexicon but also as a mechanism for conceptualising and verbalising new social, political, economic, and military realities. The emergence of conversion neologisms is associated primarily with the need to name new phenomena, enhance expressiveness, and respond to significant sociopolitical and historical

changes. The comparative analysis reveals a considerably higher frequency of military and political conversion neologisms in the 1950s–1970s than in the 2000s–2020s, with military vocabulary predominating in both periods.

Keywords: neologisms, conversion, word formation, military vocabulary, political vocabulary, cognitive-discursive analysis, conceptual worldview, lexical innovation.

Introduction. The current level of social development, the expansion of business and cultural ties with foreign countries, and the political and military support provided to Ukraine by the United States and the United Kingdom necessitate a better understanding of new words and realities in the English language. Of particular importance in this regard is the understanding of neologisms that emerge in the language, including those resulting from conversion. Changes occur continuously in human life, and people make sense of these changes through their practical activities, developing new concepts as elements of consciousness that are completely autonomous from language. These concepts naturally require linguistic expression, whereby a word reflects changes in the structure of knowledge about the entity being designated while partially preserving the experience of previous generations. There is no doubt that the boundaries of a language expand most intensively in its vocabulary, which leads to the formation of neologisms. We define neologisms as words and expressions whose emergence in a language is обусловлено by the need to name new realities and designate new concepts (general-language and conventional neologisms), as well as by the need for new expressive means (authorial neologisms, contextual neologisms, and nonce words).

Following cognitive approaches to the nature of language, we assume that the world is reflected not directly in language but in consciousness, which consolidates, records, and encodes this reflection in conceptual signs. The worldview constructed by human beings in their minds is a phenomenon more complex than the linguistic worldview. It is not a mirror image of the world but rather a worldview, that is, an interpretation of one's perception of the world and an act of understanding the world. It can be likened to a geographical map on which countries and cities, settlements and regions, and entire areas are marked. Nevertheless, that part of the conceptual world that is connected with language and refracted through linguistic forms is of enormous interest to linguists, since the study of language is an indirect study of cognition [Harmann 1988, p. 259]. Transformations of the worldview recorded on the linguistic map may take entirely different forms and involve different ways of replenishing the vocabulary of a particular language, which is constantly evolving. When confronted with new phenomena and realities of the surrounding world, gaining life experience, and developing new ideas, people experience a need for new words to describe all of these things. As a result, new words or new meanings of existing words emerge in a language.

A new form naturally focuses the listener's attention to a greater extent than a familiar one. At the same time, syntactic and semantic innovations contain a hypothetical inference that prompts the listener to make an intellectual and emotional

effort, that is, to exercise creativity. Thus, semantic innovations, although weak neologisms in terms of their external form, are quite strong in terms of their internal form because they have a significant impact on the communication partner. The use of a new word in speech creates intellectual tension through which the listener or reader is drawn into a shared cognitive space. Neologisms force the listener to consider the possible, often unusual, meaning of a word, thereby creating a cognitive stimulus for communication.

In this study, we examine conversion neologisms in the military-political sphere from the mid-twentieth century to the beginning of the twenty-first century, including nonce words as neologisms used only once and arising within a specific text or speech act. As authorial creations, nonce words generally perform an artistic function and constitute interesting material for examination and analysis.

The **object of the study** is English conversion neologisms used in the military and political spheres from the second half of the twentieth century to the beginning of the twenty-first century. The **subject of the study** comprises the semantic, cognitive, and sociocultural characteristics of conversion neologisms, as well as the factors underlying their formation and functioning in the military-political sphere.

Research Objectives. The study aims to identify the semantic and cognitive mechanisms underlying the formation and development of English conversion neologisms and to determine their role in reflecting changes in the conceptual worldview of English-speaking society during the second half of the twentieth and the beginning of the twenty-first centuries. To achieve this objective, the study addresses the following **tasks**:

(1) to examine the socioeconomic and sociocultural factors contributing to the emergence of conversion neologisms in English;

(2) to identify the main semantic patterns underlying the formation of conversion neologisms in the political and military spheres;

(3) to analyze the relationship between the meanings of the source lexical units and the meanings acquired by the corresponding converted forms;

(4) to examine the role of conversion neologisms in verbalizing new social, political, and military realities;

(5) to compare the distribution and semantic characteristics of conversion neologisms across the two chronological periods under consideration;

(6) to determine the extent to which conversion reflects changes in the conceptual worldview of English-speaking society.

Research Material. The research material consists of 358 English conversion neologisms related to the military and political spheres. The examples were selected from The Facts on File Dictionary of New Words [Macmillan 2006] and The Morrow Book of New Words: 8500 Terms Not Yet in Standard Dictionaries [1982], which provide material from the 1950s–1970s, as well as The Oxford Dictionary of New Words: A Popular Guide to Words in the News [The Oxford Dictionary 2010] and Webster's New World Dictionary of American English [Webster’s New World 2016], which contain neologisms from the beginning of the twenty-first century. For

comparative analysis, the material was divided into two chronological periods: the 1950s–1970s and the 2000s–2020s.

Main part. According to the triad recognized in classical rhetoric, any new word emerges for one of three reasons: (1) the need to name things that previously had no name; (2) the desire for greater expressiveness; or (3) the need for beauty, that is, aesthetic pleasure derived from speech [Ward 1967, pp. 420–422]. It may be assumed that conversion neologisms emerge in a language in accordance with these three reasons.

The question of how long a new word remains a neologism has no unambiguous answer. The frequency with which a word is used plays a significant role: the more frequently it is used, the more rapidly it loses its connotation of novelty. Lexicologists and lexicographers consider new words to be lexical units that emerge in a language after a particular chronological boundary adopted as a point of reference. Each researcher of neologisms determines this chronological boundary differently. Some start from the general assumption that the 1960s marked a new era in Western society, as J. Green does in The Dictionary of New Words [Green 1993], and consider the period from the 1960s to the present. The linguistic consciousness of society perceives a word as new for several years. However, from the perspective of a person for whom English is not a native language, and for people living outside English-speaking countries, a twenty-year period is the span of time during which certain words may not yet lose their novelty. Moreover, this period makes it possible to trace clearly the process by which a neologism enters society and becomes integrated into the linguistic system.

We identify the 1950s–1970s as a period reflecting human life in the mid-twentieth century. This period was marked by enormous changes in society resulting from World War II, rapid postwar economic development, and a tremendous leap in social and scientific-technological progress on a global scale. Characterizing the beginning of the twenty-first century as a period marked by another major leap in social development, we identify the 2000s–2020s as an era of advanced computer technologies and global upheavals faced by contemporary people.

The beginning of the first period, namely the 1950s, was selected for a specific reason. World War II, which involved a number of countries around the world, including English-speaking countries, had a substantial impact on their postwar development and, consequently, on their languages. The 1950s–1970s represent a significant period in human history, filled with a wide variety of sociopolitical events that found their reflection in the English language.

The 2000s–2020s represent the contemporary stage of our lives. Today, cutting-edge computer technologies have developed more extensively than ever, and major scientific discoveries have been made, affecting the military-political sphere. The political dimension of contemporary life is of particular interest to people, and this has been reflected in the linguistic worldview. A comparative analysis of new words formed through conversion within a cognitive-discursive framework provides a

particularly clear representation of the human worldview and of the global as well as everyday changes that have occurred in the military-political sphere during this period.

Politics, which has always been an integral part of human life, has made a significant contribution to the expansion of the vocabulary of contemporary English in recent decades. This is reflected not only in the fact that politics has become a favorite topic of conversation for many people, whether in person or on the telephone, but also in the extent to which this sphere of social life has become dishonest and corrupt, and in the extent to which any means may be considered acceptable for achieving political goals and satisfying ambitions. Several examples may be cited to illustrate this.

The noun massage was formed through conversion from the corresponding verb to massage, meaning “to give a massage,” a long time ago. In the late 1960s, a new use of this verb was recorded as a financial and political term meaning “to alter or substitute official figures or information so that they appear in a more favorable light,” for example: Talbot would stay behind the desk massaging the figures if necessary, Mr. Nobody to My Sunshine Superman [Green 1993, p. 161].

The verb to doorstep was converted from the compound noun doorstep, which had been formed at the beginning of the previous century with the meaning “a step at the entrance to a house.” In the 1960s, the verb to doorstep meant “to keep watch at the entrance to a house (by the doorstep) of a prominent person in a position of authority in order to obtain an interesting statement or material for an article” [The Morrow Book 1982]. In the 1970s, the verb began to be used actively by the mass media because by that time journalists collecting confidential information had begun to interfere quite intrusively in the private lives of prominent people in order to publish stories about them. Such journalistic behavior was strongly criticized, as in the following example: The newspaper contacted his grandmother to trace his present address and later doorstepped him at his home (Daily Express, April 1974). A few years later, the verb to doorstep acquired another meaning, this time related to political life. In this sense, to doorstep became intransitive and meant “to canvass for votes in support of a particular politician by going from house to house and talking to voters on their doorsteps,” as in: Hard News will doorstep editors and reporters, if necessary to get a reply (Daily Express, June 1978).

Let us next consider the verb to pork-barrel, converted from the compound noun pork-barrel, meaning “a barrel of pork; a source of easy benefits; a government measure designed to gain popularity.” Initially, the metaphor referred to the U.S. Treasury, which was regarded as a source from which government subsidies could be obtained as easily as a piece of salted pork could be taken from a barrel in which it had been preserved. This meaning emerged when such subsidies and contracts effectively became bribes in exchange for voters' support. The verb to pork-barrel subsequently arose with the meaning “to use part of government funds in exchange for political support,” as in: As it turns out, even in the absence of actual earmarks, members of Congress have still found ways to pork-barrel pet projects and services with narrow benefits (The Economist, January 2017). The verb to pork-barrel also has another meaning that logically follows from the preceding one, namely “to engage in or adopt

such a practice," as in: A combination of congressionally-directed health research programs within the Department of Defense will pork-barrel the country $278.7 million this fiscal year (The Economist, January 2017).

The noun bimbo, which has existed in English for more than 100 years, is particularly common in American English. According to Merriam-Webster, the first written attestation of the noun dates to 1918. It was borrowed into English from Italian, where it means "small child." Its first meaning in English was a derogatory designation for a young man, "a rough or tough guy"; later, it acquired the meaning "a person who is intellectually limited but sexually attractive." Subsequently, this meaning narrowed and came to refer specifically to a woman – a "young woman who had an affair or relationship with a public or famous person and then disclosed details of the relationship to the press." In this sense, the word enjoyed brief popularity in the summer of 1978, when a court case involved two young women who shared an apartment. One accused the other of stealing her diaries, which contained sensational descriptions of her sexual relationships with a number of men, including prominent figures. The jury did not side with the plaintiff, and she lost the case. In 1978, the verb to bimbo, converted from the noun bimbo, was recorded. It acquired the meaning "to disclose to the press details of illicit sexual relationships with people known to the general public," as in: It was Gary Hart who first got properly bimboed (The Guardian, September 1978).

The converted verb to politic is also interesting. At first glance, it appears to be directly related to politics or discussions of politics. However, after analyzing the context and the meaning of the adjective politic, from which this verb was probably formed (rather than from the noun politics), the situation appears somewhat more complex. The adjective politic has the following meanings: "1. a) prudent, far-sighted; b) shrewd, judicious; 2. expedient, political." The converted verb to politic acquires a meaning indirectly related to politics: it refers to a political move that is generally advantageous and carefully considered, as in: She (the Circuit Clerk) wouldn't dare miss opportunity … to put faces with names, to shake hands, to politic, to enjoy a brief moment in the spotlight of her most notorious trial yet (Grisham, The Testament, p. 23). In this context, to politic means "to make a subtle, carefully considered, far-sighted move."

Contemporary people spend a considerable portion of their time at work. The need to express numerous aspects associated with working life contributes to the emergence of a number of conversion forms. People generally work in groups or teams. The noun team "a group, crew, or team" gave rise to the new verb to team, meaning "to join together, work together as a team, combine forces." Nearly the same meaning is expressed by the verb in combination with the preposition up: to team up "to join someone in order to accomplish a particular task." It should be noted that both individuals and entire groups may join forces, as in: The Journal has teamed up with Miller Homes to offer one lucky reader and their guest the chance to rub shoulders with the celebrities … (The Journal, December 1973); Elton teamed up Eric Clapton to wow thousands at a Wembley rock concert (New Musical Express, September 2008).

The verb to office, converted from the noun office, means “to work in an office” in American English, as in: People say “Where do you office?” Or “I office in 42nd Street” (Daily Express, September 1977). J. Seymour, a leading computer consultant, expressed a negative attitude toward this word: “The English language is being murdered by people in the computer industry. The ‘technobabble’ included words such as analysation instead of analysis, portation instead of transport. One of the worst examples is the use of the word ‘office’ as a verb” (The Daily Telegraph, September 11, 1987). In this case, the issue concerns not so much word-formation processes actively used at the contemporary stage of language development as the moral and ethical dimension of the matter. The ease with which new words can be formed and their actual everyday use are regarded as a negative process. In our view, however, the example above points to the rapid pace of contemporary life and to current tendencies in the development of English that require conversion to be used easily and actively.

Negative connotations are quite frequent among conversion neologisms in the sociopolitical sphere. For example, the noun daisy-chain, “a chain or wreath of daisies,” first acquired a new meaning in financial jargon: “a series of buyers who focus their attention on a particular item or commodity in order artificially to raise its price.” The verb to daisy-chain, converted from this new meaning of the noun and first recorded in 1955, in turn means “to artificially raise (prices),” as in: The corporate business partners use stock market attrition that, the companies claim, makes it easy to daisy-chain their services (The Economist, May 1966).

The noun networking has now become well established in British English. Among those who first began using the word were feminists. They sought to enable women who felt isolated to come together to address common problems. The verb to network, converted from the noun network “a mesh or network,” acquired another new meaning: “to establish a network of contacts with people engaged in similar businesses in order to exchange information,” as in: Consultant surgeon Margaret Ghilchik … also meets people through being on hospital committees. But you can also network with clients and associates in a semi-formal setting (Independent on Sunday, June 2007).

An analysis of the verb to stiff indicates that it was formed not from the adjective but from the noun stiff, a colloquial term for a corpse. This noun, in turn, was converted from the adjective stiff, meaning “hard, cold,” which corresponds fully to the physical description of a dead person. One might assume that the verb to stiff means “to die.” In fact, however, this verb is used in slang in the figurative sense “to fail; to be a commercial flop.” It most often occurs in the theater and film industries, for example, in reference to an unsuccessful production: I’ve had singles that stiffed (She, July 1978).

The verb to zero (out) was converted from the noun zero “nothing,” and in combination with out acquired the meaning “to empty; to avoid paying taxes,” which represents a contemporary interpretation of “zero” or “nothing,” as in: It's the number of times we zero out our bank account each year to make ends meet (The Economist, December 1974).

The need to reduce the number of jobs is reflected in the verb to downsize, converted from the compound base down + size. One of the meanings of down is “to reduce,” while the noun size means “dimension” or “magnitude”; hence down + size can be interpreted as “to reduce in size.” Thus, the converted verb to downsize acquired the meaning “to reduce the number of jobs,” as in: Downsizing is today the buzz word of a securities industry … (The Guardian, January 1979).

The verb to boss, formed from the noun boss “supervisor,” moved from the strictly business sphere into colloquial English, acquiring a negative connotation in the process: “to give instructions or orders, often without having a particular right or superior status to do so,” as in: I act like a big shot, bossing everyone around and coming up with brilliant ideas (Parsons 2000, p. 185).

With the development of advertising, office workers began receiving large numbers of advertising letters and brochures, which they often discarded without reading. The dictionary of neologisms records the verb to bin, formed from the noun bin “to throw something into a trash can,” as in: This is assuming that 95 people out of every 100 people you mail will do absolutely nothing with this opportunity and bin this packet (The Economist, October 2002). It is interesting to note that since the early 2000s, the meaning of to bin has also extended into the military sphere, where the conversion form means “to remove from service weapons systems used in combat and considered unsatisfactory or unsuitable.”

Military vocabulary occupies a substantial portion of linguistic space because wars have, unfortunately, accompanied human life throughout history. The twentieth century was no exception; it added many cruel and bloody chapters to world history. The two most powerful English-speaking countries, the United States and the United Kingdom, were not left on the sidelines. When considering people's lives in the 1950s–1970s, World War II should be mentioned first. Japan's attack on Pearl Harbor in December 1941 marked the beginning of Japan's war against the United States and the United Kingdom as an ally of Nazi Germany. In 1964–1965, the United States engaged in direct aggression against the Vietnamese people and deployed troops to South Vietnam. Although this intervention was unsuccessful and the Paris Peace Accords were signed in 1973 to end the war, this period in U.S. history could not fail to be reflected in the language, including through the emergence of new words. The Gulf War, the war against Iraq, military operations in Yugoslavia, opposition to the Assad regime in Syria, and a number of other military actions in which the United States actively participated during the 1990s and 2000s should also be mentioned.

During wartime, weapons capable of destroying the enemy were actively developed and used. Various types of bombs were employed in bombing operations, and this was reflected in verbs formed through conversion. A significant number of these verbs derive from nouns with complex bases whose principal component is the noun bomb, while the second component identifies different types of bombs. Thus, the verb to cluster-bomb is a conversion form of the noun cluster bomb. A closer semantic analysis draws attention to the element cluster, meaning “a bunch, group,” indicating that this type of bomb involves a group of objects: special reusable and one-time-use

canisters serve as containers for smaller fragmentation bombs. It is equally important that these fragmentation bombs have a massive casing that produces a large number, or group, of fragments upon detonation; such bombs are used to strike personnel, artillery, motor vehicles, and other targets. It should be noted that this type of bomb was used by the United States during the Vietnam War in the 1960s. These were small, round-shaped bombs containing steel balls that were scattered by the explosion, as in: The weapons have been identified as USA-made RBK-250 cluster bomb dispensers and AO-1SCh fragmentation bomblets. They were dropped by planes to cluster-bomb the rebels (The Guardian, June 1968). The use of cluster bombs was also recorded in 2012–2015 during bombing operations in Syria, accounting for the continued use of the conversion form to cluster-bomb, as in: Human Rights Watch has accused the Syrian government to cluster-bomb the civilian areas in its fight against rebels (The Guardian, June 2015).

Another example is the verb to firebomb "to use incendiary bombs." This example can be interpreted in two ways. On the one hand, it may be argued that the verb to firebomb was converted from the noun firebomb. On the other hand, a closer analysis of the meaning highlights the element fire, which clearly indicates the presence of fire in this type of explosion. In other words, incendiary bombs are used to start fires and inflict damage by fire on personnel and equipment on the battlefield and in areas where people or equipment are concentrated, as in: And I know it wasn't appropriate to firebomb all trucks and sheds (The Guardian, October 2014).

Incendiary bombs contain solid pyrotechnic particles and organic combustible substances thickened with special solutions. Napalm is widely used as a thickening agent in incendiary aerial bombs manufactured in the United States. This gives rise to another type of bomb, the napalm bomb, which was used by U.S. aircraft to bomb civilian populations during the wars in Korea and Vietnam. This noun underwent conversion into the verb to napalm "to use napalm bombs," as in: If you're too peaceful a person to napalm an enemy village, where there are women and children, I'm going to find that out (The Guardian, June 1964).

Later inventions included atomic and hydrogen bombs. The corresponding English nouns also form verbs through conversion. Thus, the noun atom bomb gave rise to the verb to atom-bomb "to drop atomic bombs," while the noun H-bomb gave rise to the verb to H-bomb "to drop hydrogen bombs," as in: You could atom-bomb a city, and 30 years later it's surviving (The Guardian, February 1962).

Some verbs with similar bases reflect military tactics. Thus, the verb to dive-bomb was converted from the compound base dive + bomb, in which dive means "a jump, plunge," or, in military terminology, "a dive". The meaning of the conversion form to dive-bomb reflects the trajectory of the bomb, specifically a sharp downward movement resembling the motion of a diver or a descending object. Thus, to dive-bomb means "to bomb by directing a projectile sharply downward" or "to bomb from a dive," as in: Jundallah claimed responsibility to dive-bomb the settlement that killed your brother (The Washington Post, May 2012).

Let us consider the first element glide in the complex base of the converted verb to glide-bomb. The basic meaning of the noun glide is "gliding," so the direction of movement of the bomb would presumably resemble that of a glider. At the same time, we should take into account the meaning of the noun glide bomb "a glide bomb; a guided aircraft weapon," from which we derive the meaning of the verb to glide-bomb "to bomb using a glide bomb," as in: It is a 120 kg smart weapon, which is capable to glide-bomb the engaging targets with high precision (The Guardian, September 1974).

The converted verbs presented below reflect ways of conducting military operations. The verb to dogfight, marked as military and colloquial, meaning "to engage in aerial combat," was converted from the noun dogfight "an aerial battle." The noun dogfight apparently acquired its meaning by analogy with an organized fight between dogs, and this comparison was adopted by pilots to describe battles taking place in the air, which was subsequently reflected in the meaning of the converted verb, as in: During World War II he was good at dog-fighting (Coveney 2016, p. 205).

A number of verbs in this semantic group are formed through conversion from compound nouns whose first element is the noun air. On the one hand, it is logical to assume that the actions designated by these conversion forms are related to air. On the other hand, it is important to consider the specific role played by air in the action in question. Thus, the verb to air-bomb, converted from air and bomb, means "to explode bombs in the air; to bomb from the air," emphasizing where the bombing takes place or from where the projectiles are dropped, namely from the air, as in: Russia began to air-bomb northwestern Syria against opponents of President Bashar al-Assad in late September (The Washington Post, October 2012). In establishing the meaning of the verb to air-drop, both elements of the compound base are also crucial. First, the action involves dropping something, since to drop means "to throw or release downward." In addition, it is important to specify where the cargo or objects are dropped – from the air. Hence, the converted verb to air-drop acquired the meaning "to drop cargo (equipment, leaflets) from an aircraft; to deliver by air," as in: Satellite imagery and reports from the ground in Syria show how Moscow has rethought its military investment in Syria and air-drops equipment for state military forces (The Washington Post, April 2014). The verb to airlift, converted from the compound noun airlift "an air bridge; the transfer of people or cargo by air," acquired the corresponding meaning "to transport by air (troops, cargo)," as in: We expected them to air-drop on Monday 23, but there was nothing that day (The Washington Post, August 2013).

It is interesting to note that in the early 2000s, the converted verb to bomb acquired several meanings entirely unrelated to military operations. One of these new meanings was "to fail, be unsuccessful, or receive an unfavorable response from an audience." In this case, the loss of audience approval is compared with the losses and destruction resulting from bombing, as in: It will be not the first show to seem great in Philadelphia and then to bomb in New York (The Washington Post, July 2001).

The verb to lease-lend was converted from the compound noun lend-lease, which in American English denotes "Lend-Lease, the transfer or provision of weapons, food, and other goods on loan or lease." The verb acquired the meaning "to supply military

equipment to a foreign state," as in: During the operations, the U.S. lease-lended $50 million of military equipment to the Allies (The Washington Post, January 2016).

The verb to ditch, converted from the noun ditch "a trench, channel, or ditch," has the meaning "to make a forced landing on water," which is associated with military operations and is used by professionals in the military sphere. In slang, the verb to ditch acquired another meaning, "to wreck or destroy" an aircraft or other military equipment. Obviously, this meaning was influenced by the fact that not every aircraft or other type of equipment can be successfully landed on water, and consequently such equipment may be damaged or even crash, as in: Duncan concluded that the North American B-25 and his crew would have to ditch in the shark-infested China Sea (The Washington Post, June 1957). Another interesting example of the conversion form to ditch is: It's me – Gladys. It was 56 years ago. You ran off. You ditched me for Hitler (Take a Break Monthly, January 2005). In the final sentence, the verb to ditch means "to leave or abandon someone," for example, one's romantic partner. In the story, two young people fell in love and planned to marry, but war broke out, and the man went to the front without saying anything to his girlfriend. Fifty-six years later, they accidentally meet in a café; the elderly woman recognizes her former lover and reminds him of herself, angrily complaining that he abandoned her for Hitler. Thus, the mention of the fascist leader connects the meaning of to ditch with military action indirectly.

The verb to jap was converted in the late 1950s from the shortened noun Japanese. The noun Jap is a derogatory term for a Japanese man or woman and in American slang also has the meaning "an ambush; a surprise attack." The conversion form to jap acquired the meaning "to attack suddenly, from ambush," which apparently reflects Japanese military tactics, as in: The government decided to execute a plan developed by the military branch largely led by Osami Nagano to jap the naval base in Hawaii (The Washington Post, July 1955).

Our study of 358 conversion neologisms from two chronological periods demonstrated that their emergence depends on the field under investigation (see Table 1).

Table 1 Frequency of Conversion Neologisms in Different Periods

Field	1950s–1970s	2000s–2020s	Total
Military affairs	164	60	224
Politics and social sphere	88	46	134
Total	252	106	358

Conversion neologisms denoting military affairs and politics occur noticeably more frequently in the 1950s–1970s than in the 2000s–2020s. We anticipate that Russia's military invasion of Ukraine, Putin's war against the Ukrainian people, and the political, military, and humanitarian assistance provided by the United States and the United Kingdom will stimulate the emergence of new neologisms in the military-political sphere.

Conclusions. The analysis of 358 conversion neologisms from the military-political sphere demonstrates that their emergence is closely associated with major sociopolitical, historical, and technological changes. The neologisms examined in the

study reflect the need of English-speaking communities to conceptualize new realities resulting from military conflicts, political transformations, changes in social relations, economic developments, and technological progress. The semantic interpretation of the examples shows that the meanings of converted verbs are frequently motivated by the meanings of their source nouns, adjectives, or compound bases. At the same time, the newly formed verbs may develop additional figurative, evaluative, or context-dependent meanings. Thus, conversion provides a particularly flexible mechanism for transferring existing conceptual content into new semantic and grammatical configurations.

The comparative analysis of the two chronological periods reveals a clear quantitative difference in the distribution of conversion neologisms. Of the 358 units analyzed, 252 belong to the 1950s–1970s, whereas 106 were recorded in the 2000s–2020s. Military conversion neologisms constitute the largest group in both periods: 164 units were identified in the first period and 60 in the second, giving a total of 224 military-related neologisms. Political and social vocabulary accounts for 88 units in the 1950s–1970s and 46 in the 2000s–2020s, for a total of 134 units. The predominance of military vocabulary in both chronological periods can be interpreted as evidence of the significant influence of military conflicts and military technologies on the development of the English lexicon. The particularly high number of conversion neologisms recorded for the 1950s–1970s corresponds to a period characterized by the consequences of World War II, the Cold War, the Vietnam War, and rapid developments in military technology. The examples analyzed in the study demonstrate how new forms emerge to designate particular weapons, military operations, tactics, and forms of military activity. Conversion therefore functions as an efficient linguistic response to rapidly changing military realities.

At the same time, the semantic development of conversion neologisms is not restricted to the direct designation of new military or political phenomena. A number of units undergo semantic extension and acquire figurative meanings outside their original domain. The development of such meanings demonstrates the ability of conversion to facilitate the transfer of concepts from one sphere of experience to another. The analysis of verbs such as to bomb, to ditch, and other conversion formations shows that military vocabulary may serve as a source for the conceptualization of failure, interpersonal relations, professional activities, and other aspects of everyday experience. Consequently, conversion contributes not only to terminological innovation but also to the broader metaphorical organization of the English lexicon.

The findings also indicate that conversion neologisms may contain a substantial evaluative and expressive component. Their meanings frequently arise from associations between the original lexical meaning and a new situation that speakers seek to describe. In such cases, the semantic motivation of a converted form can be understood as a cognitive operation in which an existing concept is reinterpreted in relation to a new phenomenon. This makes conversion particularly effective for expressing social attitudes, criticism, irony, disapproval, or other evaluative meanings.

The resulting lexical units therefore provide evidence not only of linguistic change but also of changes in the way particular events and social practices are interpreted.

Overall, the results confirm that English conversion neologisms in the military-political sphere constitute a significant linguistic reflection of social development and historical change. They record both major global events and transformations in everyday social experience, demonstrating how language responds to changes in the surrounding world. Conversion should therefore be regarded simultaneously as a productive word-formation process, a mechanism of semantic innovation, and a means of conceptualizing new realities.

References

1. Ward, J. (1967) Four essays upon the English language. London: 1758. English linguistics, 1500-1800. No 45, The Scolar Press limited 1967.
2. Green, J. (1993) Dictionary of New Words. London: Bloomsbury Publ. 352 p.
3. Macmillan English Dictionary (2006). For Advanced Learners. Ed. by M. Rundell. London: Palgrave Macmillan. 1691 p.
4. The Morrow Book of New Words (1982). 8500 Terms Not Yet in Standard Dictionaries. Ed. by N. Mager. 1st ed. London: Arco Publishing. 284 p.
5. The Oxford Dictionary of New Words (2010). A popular guide to words in the news. 3rd ed. Oxford: Univ. Press. 2096 p.
6. Webster's New World Dictionary of American English (2016) Ed. by Victoria Neufeldt. 5th ed. New York: Macmillan Company. 752 p.

Illustrative Material

7. Coveney, M. (2016). Maggie Smith: A Biography. Bad Hersfeld: Orion Publishing Group. 353 p.
8. Grisham, J. (1999). The Testament. London: Arrow Books. 474 p.
9. Parsons, T. (2000) Man and Boy. London: Penguin Books. 344 p.
10. Daily Express (1950–1979; 2000-2018). URL: https://www.express.co.uk
11. Take a Break Monthly (2000-2010). URL: https://takeabreak.co.uk
12. The Economist (1950–1979; 2000-2018). [URL: https://www.economist.com
13. The Guardian (1959–1979; 2000-2018). URL: https://www.theguardian.com
14. The Independent on Sunday (1950–1979; 2000-2018). URL: https://www.independent.co.uk
15. The Observer (1950–1979; 2000-2018). URL: https://www.theguardian.com/ob-server
16. The Journal (1950-1979; 2000-2013). URL: http://www.journallive.co.uk
17. The Washington Post (1950-1979; 2000-2018). URL: www.washingtonpost.com

DOI 10.70286/EOSS-31.08.2026.020.289-292

ЕКСПЕРТНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПЕДАГОГІЧНИХ УМОВ ЦИФРОВОГО ПРОФЕСІЙНОГО РОЗВИТКУ ВИКЛАДАЧІВ СПЕЦІАЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН СФЕРИ ПОСЛУГ

Дячук Олександр Олександрович
аспірант
Інститут професійної освіти НАПН України,
м. Київ, Україна

Анотація. У тезах обґрунтовано педагогічні умови розвитку цифрової компетентності викладачів спеціальних дисциплін закладів професійної освіти сфери послуг. Уточнено сутність поняття «педагогічні умови» стосовно досліджуваного процесу. На основі чотирикомпонентної структури цифрової компетентності (мотиваційно-ціннісна, когнітивна, операційно-діяльнісна, особистісно-рефлексивна складові) сформовано матрицю педагогічних умов. Із застосуванням методу експертного оцінювання (тринадцять експертів, десятибальна шкала) визначено чотири провідні умови; узгодженість думок експертів підтверджено коефіцієнтом конкордації Кендалла (W = 0,52).

Ключові слова: цифрова компетентність, педагогічні умови, викладачі спеціальних дисциплін, заклади професійної освіти, сфера послуг, експертне оцінювання, коефіцієнт конкордації.

Вступ. Цифрова трансформація суспільства висуває нові вимоги до професійної діяльності педагогічних працівників, насамперед викладачів закладів професійної (професійно-технічної) освіти. Здатність доцільно застосовувати цифрові технології в освітньому процесі стає невід'ємною характеристикою професіоналізму сучасного викладача. Особливої гостроти проблема набуває у сфері послуг: професії цієї галузі (готельно-ресторанна справа, індустрія краси, туризм, торгівля) стрімко цифровізуються, а отже, педагог має не лише володіти цифровими інструментами, а й транслювати відповідні компетентності здобувачам освіти.

Актуальність розвитку цифрової компетентності педагогів посилюється державною політикою цифровізації освіти, закріпленою в Концепції розвитку цифрових компетентностей [1]. Водночас умови воєнного стану, що спричинили масовий перехід до дистанційного та змішаного навчання, оприявнили дефіцити цифрової компетентності педагогічних працівників і потребу в системному її розвитку [2]. Попри значну увагу науковців до цифрової компетентності педагога, зокрема в межах опису цифрової компетентності педагогічного працівника [3] та європейської рамки DigCompEdu [4], педагогічні умови розвитку цифрової компетентності саме викладачів спеціальних дисциплін закладів професійної освіти сфери послуг залишаються недостатньо обґрунтованими.

Мета та задачі дослідження. Мета дослідження полягає в обґрунтуванні педагогічних умов розвитку цифрової компетентності викладачів спеціальних дисциплін закладів професійної освіти сфери послуг на основі методу експертного оцінювання. Задачі дослідження: уточнити сутність поняття «педагогічні умови» стосовно досліджуваного процесу; сформувати матрицю педагогічних умов відповідно до структури цифрової компетентності; здійснити експертне оцінювання вагомості умов і визначити провідні з них.

Результати дослідження і їх обговорення. Поняття «педагогічні умови» в науковій літературі тлумачиться неоднозначно: як особливості організації освітнього процесу, що впливають на результати навчання, виховання й розвитку особистості, або як система форм, методів, матеріальних умов і реальних ситуацій, необхідних для досягнення конкретної педагогічної мети. Узагальнення наявних трактувань дає підстави розуміти педагогічні умови розвитку цифрової компетентності викладачів спеціальних дисциплін як сукупність об'єктивних можливостей змісту, організаційних форм і методів педагогічного процесу, що відображають основні вимоги до організації освітньої діяльності та забезпечують досягнення мети розвитку цифрової компетентності означеної категорії педагогів.

Обґрунтування педагогічних умов вибудувано на структурі цифрової компетентності, у якій виокремлено чотири взаємопов'язані складові: мотиваційно-ціннісну (мотиви, інтереси, ціннісні орієнтації, спрямованість на саморозвиток у цифровій сфері), когнітивну (система професійних знань про цифрові технології та психолого-педагогічні засади їх застосування), операційно-діяльнісну (дієве застосування цифрових технологій для пошуку, зберігання, оброблення й обміну інформацією, створення дидактичних матеріалів) та особистісно-рефлексивну (самооцінка, самоконтроль, здатність до самоаналізу власної діяльності). Відповідно до цих складових усю сукупність педагогічних умов поділено на чотири групи: умови, що сприяють розвитку мотивації та інтересу до оволодіння цифровою компетентністю; умови, що сприяють формуванню її змісту; умови, що сприяють формуванню якості відповідних умінь; умови, що сприяють розвиткові рефлексії та самоаналізу. На цій підставі сформовано матрицю педагогічних умов.

Для добору найвагоміших умов застосовано метод експертного оцінювання. До експертної групи ввійшли тринадцять фахівців: чотири доктори педагогічних наук, наукові розвідки яких пов'язані з досліджуваною проблематикою; три керівники закладів професійної (професійно-технічної) освіти; чотири викладачі спеціальних дисциплін сфери послуг зі стажем роботи понад три роки; два молоді спеціалісти зі стажем від одного до трьох років. Експерти оцінювали важливість кожної умови за десятибальною шкалою, де 0 балів відповідає позначці «умова неважлива», а 10 балів - «умова надзвичайно важлива». Узагальнену міру узгодженості думок експертів установлено за коефіцієнтом конкордації Кендалла, обчисленим за методикою Б. Грабовецького [5]. Отримане значення $W = 0,52$ засвідчує помітну узгодженість думок експертів, що підтверджує надійність результатів ранжування й обґрунтованість добору педагогічних умов.

За результатами експертного оцінювання визначено чотири провідні педагогічні умови. Перша - стимулювання інтеграції цифрових інструментів і ресурсів в освітній процес через ознайомлення викладачів із різноманітними цифровими технологіями; вона забезпечує розвиток операційно-діяльнісної складової та передбачає створення середовища, у якому педагог набуває практичного досвіду застосування сучасних цифрових технологій, що узгоджується з висновками про формування готовності педагогів через практичне опанування відповідного інструментарію [6]. Друга - уведення наставництва під час навчання викладачів новим цифровим технологіям: взаємодія досвідченого педагога-наставника з підопічним в індивідуальній, груповій та онлайн-формах уможливлює адресну передачу цифрових знань і навичок з урахуванням наявного рівня цифрової компетентності викладача.

Третя умова - створення модуля типових програм підвищення кваліфікації педагогічних працівників у напрямі оволодіння цифровими технологіями та відповідними цифровими навичками. Модульна побудова програм забезпечує системність і неперервність розвитку цифрової компетентності та дає змогу диференціювати зміст підготовки відповідно до рівня розвитку компетентності викладача. Четверта умова - забезпечення системи оцінювання цифрової компетентності викладачів з метою виявлення їхніх сильних і слабких сторін та корегування подальшого розвитку; вона розвиває особистісно-рефлексивну складову й передбачає застосування діагностичного інструментарію (анкетування, тестування, самооцінювання), доцільність якого підтверджує наявний досвід розроблення інструментів самооцінювання цифрової компетентності педагога [7].

Визначені педагогічні умови утворюють цілісну систему: кожна з них співвіднесена з певною складовою цифрової компетентності, а їх сукупна реалізація охоплює мотиваційний, змістовий, діяльнісний і рефлексивний аспекти процесу розвитку цифрової компетентності викладачів спеціальних дисциплін сфери послуг.

Висновки. Уточнено сутність поняття «педагогічні умови розвитку цифрової компетентності викладачів спеціальних дисциплін» як сукупності об'єктивних можливостей змісту, організаційних форм і методів педагогічного процесу, що забезпечують досягнення мети означеного процесу. На основі чотирикомпонентної структури цифрової компетентності сформовано матрицю педагогічних умов. Із застосуванням експертного оцінювання (тринадцять експертів, десятибальна шкала, коефіцієнт конкордації Кендалла W = 0,52) визначено чотири провідні педагогічні умови: стимулювання інтеграції цифрових інструментів і ресурсів в освітній процес; уведення наставництва під час навчання викладачів новим цифровим технологіям; створення модуля типових програм підвищення кваліфікації; забезпечення системи оцінювання цифрової компетентності викладачів. Перспективи подальших розвідок пов'язані з розробленням моделі й методики реалізації визначених умов та експериментальною перевіркою їх ефективності.

Список використаних джерел

1. Про схвалення Концепції розвитку цифрових компетентностей та затвердження плану заходів з її виконання : розпорядження Кабінету Міністрів України від 3 берез. 2021 р. № 167-р [Електронний ресурс] // Верховна Рада України. Законодавство України. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/167-2021-%D1%80#Text (дата звернення: 18.08.2026).
2. Радкевич В. О. Цифрова трансформація професійної освіти в Україні: реалії та перспективи [Електронний ресурс] / В. О. Радкевич. – Київ : ІПО НАПН України, 2024. – Режим доступу: https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/746545/ (дата звернення: 18.08.2026).
3. Морзе Н. В. Опис цифрової компетентності педагогічного працівника / Н. В. Морзе, О. В. Базелюк, І. П. Воротнікова та ін. // Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету. – 2019. – Спецвипуск. – С. 1–53. – DOI: https://doi.org/10.28925/2414-0325.2019s39.
4. Redecker C. European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu / C. Redecker, Y. Punie. – Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2017. – 95 p. – DOI: https://doi.org/10.2760/159770.
5. Грабовецький Б. Є. Основи економічного прогнозування : навч. посібник [Електронний ресурс] / Б. Є. Грабовецький. – Вінниця : ВФ ТАНГ, 2000. – Режим доступу: https://buklib.net/books/32686/ (дата звернення: 18.08.2026).
6. Пригодій М. А. Підготовка педагогічних працівників до застосування цифрової платформи професійної підготовки кваліфікованих робітників : практичний посібник [Електронний ресурс] / М. А. Пригодій, А. М. Гуржій, О. Д. Гуменний та ін. – Київ : ІПО НАПН України, 2025. – Режим доступу: https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/747024/ (дата звернення: 18.08.2026).
7. Биков В. Ю. Цифрова компетентність вчителя: інструмент самооцінювання та особливості використання : методичні рекомендації [Електронний ресурс] / В. Ю. Биков, О. О. Гриценчук, І. В. Іванюк та ін. – Київ : ІЦО НАПН України, 2022. – 57 с. – Режим доступу: https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/730497/ (дата звернення: 18.08.2026).

Section: Physical and Mathematical Sciences

ОБЧИСЛЕННЯ ФУНКЦІЇ LCM(n, m) НА МАШИНІ З НЕОБМЕЖЕНИМИ РЕГІСТРАМИ

Філіпчук Микола
к.ф.-м.н., доцент
Кафедра прикладної математики та інформаційних технологій
Філіпчук Ольга
к.ф.-м.н., доцент
Кафедра математичних проблем управління і кібернетики
Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича, Україна

Анотація. Запропоновано алгоритм для обчислення часткової числової функції $\mathrm{lcm}(n, m)$ (least common multiple, найменше спільне кратне) на машині з необмеженими регістрами та встановлено точну формулу для оцінки його складності.

Ключові слова: машина з необмеженими регістрами, найменше спільне кратне, алгоритм покрокового накопичення, МНР-програма, обчислення, складність алгоритму.

Вступ. Машина з необмеженими регістрами (МНР) [1, 2] – абстрактна обчислювальна машина, математична модель ідеалізованого комп'ютера з нескінченною пам'яттю. В працях [3-6] розглянуті питання пошуку оптимальних алгоритмів для обчислення на МНР функцій $n!$, n^m, $n!!$, $\mathrm{qt}(n, m)$ і $\mathrm{rm}(n, m)$, а в праці [7] – функції $\gcd(n, m)$ (greatest common divisor, найбільший спільний дільник (НСД) чисел n і m). У даній праці аналогічне питання розглядається для примітивно-рекурсивної та МНР-обчислюваної часткової числової функції $\mathrm{lcm}(n, m)$ (найменше спільне кратне (НСК) чисел n і m), де $n, m \in \mathbb{N}_0$, $\mathbb{N}_0 = \{0, 1, 2, \dots\}$.

Алгоритм і МНР-програма. Відмітимо, перш за все, відомі факти:

$$\mathrm{lcm}(x, y) = \mathrm{lcm}(y, x), \quad \mathrm{lcm}(x, x) = x \text{ при } x \neq 0,$$
$$\mathrm{lcm}(x, 0) = \mathrm{lcm}(0, x) = 0, \quad \mathrm{lcm}(0,0) = 0,$$

які дозволятимуть легко знайти НСК двох чисел, якщо хоча б одне із них було рівне нулю.

Традиційне обчислення НСК базується на його зв'язку з НСД через формулу добутку. Проте реалізація такої схеми на МНР вимагатиме побудови громіздких підпрограм множення та ділення націло, що суттєво збільшуватиме складність програми, загальну кількість виконаних в процесі обчислень команд і ускладнюватиме подальший аналіз. Тому нами використано альтернативний більш ефективний підхід – алгоритм покрокового накопичення (додавання): поки обидва поточні розглядувані числа не стануть рівними (це і буде шукане

НСК), до поточного меншого числа щоразу додаватимемо його початкове (стартове) значення. Цей спосіб є прямим аналогом класичного алгоритму Евкліда (який працює через віднімання) для знаходження НСД, але замість зменшення чисел ми їх збільшуватимемо.

Реалізація алгоритму покрокового накопичення для знаходження НСК у вигляді відповідної МНР-програми має наступний вигляд:

1. J(1,5,24)	6. Z(5)	11. S(6)	16. S(3)	21. S(4)
2. J(2,5,24)	7. Z(6)	12. J(1,1,8)	17. S(5)	22. S(5)
3. T(1,3)	8. J(6,4,13)	13. J(1,1,19)	18. J(1,1,15)	23. J(1,1,20)
4. T(2,4)	9. J(5,3,14)	14. Z(5)	19. Z(5)	24. T(3,1)
5. J(3,4,24)	10. S(5)	15. J(5,1,5)	20. J(5,2,5)	

Початкова конфігурація МНР є стандартною: регістр R_1 містить число n, регістр R_2 – число m, а значеннями решти регістрів є нулі. При цьому наведена програма, фактично, загалом оперуватиме лише першими шістьма регістрами. Регістри R_3 і R_4 в процесі виконання програми використовуватимуться для зберігання проміжних тимчасових значень (поточних накопичуваних чисел-сум) під час виконання внутрішніх вкладених циклів. Регістри R_5 і R_6 виконуватимуть роль допоміжних лічильників-індикаторів для динамічного порівняння поточних значень і визначення меншого з них. Команди 1, 2 реалізують отримання відповідного коректного результату, якщо хоча б одне із вхідних чисел було рівне нулю. Команди 3, 4 виконують копіювання стартових значень чисел n і m у робочі регістри R_3 і R_4 відповідно, ініціалізуючи процес обчислень. Команди 5-23 є зовнішнім циклом, в якому реалізовано алгоритм синхронного нарощування значень до моменту їх рівності. При цьому команди 6-13 є першим внутрішнім вкладеним циклом для визначення меншого з двох розглядуваних поточних чисел із подальшою переадресацією на відповідний цикл додавання. Команди 14-18 є другим внутрішнім вкладеним циклом, за допомогою якого до першого поточного числа (що зберігається в регістрі R_3) покроково додається початкове значення числа n. Команди 19-23 є третім внутрішнім вкладеним циклом, за допомогою якого до другого поточного числа (що зберігається в регістрі R_4) покроково додається початкове значення числа m. Якщо на початку певної ітерації зовнішнього циклу обидва поточні розглядувані числа співпадають, команда 5 завершує роботу циклу, оскільки НСК уже знайдено, а команда 24 розміщує його в першому регістрі.

Ретельне тестування МНР-програми в емуляторі [2] підтвердило її коректне функціонування. Деякі експериментальні результати наведено у табл. 1.

Таблиця 1. Експериментальні результати

n	m	$\mathrm{lcm}(n, m)$, тобто НСК	N (кількість виконаних команд програми)
8	6	24	477
15	20	60	1131
18	21	126	4400

Складність алгоритму. Аналіз запропонованого алгоритму дозволив встановити точну формулу для обчислення загальної кількості команд $L(n, m)$ МНР-програми, що виконуватимуться при обчисленні функції $\mathrm{lcm}(n, m)$:

$$L(n,m) = \begin{cases} 2 + \mathrm{sgn}\big(n(m+1)\big), & \text{якщо } n = 0 \text{ або } m = 0, \\ \sum\limits_{i=1}^{k-1} \begin{pmatrix} 5 \cdot \min\{x_i, y_i\} + \\ + 4n \cdot [x_i < y_i] + \\ + 4m \cdot [x_i > y_i] + 7 \end{pmatrix} + 6, & \text{якщо } n \neq 0 \text{ і } m \neq 0, \end{cases}$$

де

$\mathrm{sgn}(\dots)$ – функція signum (знак числа);

$[\dots]$ – індикаторна функція (дужка Айверсона):

$$[P] = \begin{cases} 1, & \text{якщо } P \text{ істинне}, \\ 0, & \text{якщо } P \text{ хибне}; \end{cases}$$

$$x_1 = n, \quad y_1 = m;$$

$$x_j = x_{j-1} + n \cdot [x_{j-1} < y_{j-1}], \quad y_j = y_{j-1} + m \cdot [x_{j-1} > y_{j-1}], \quad j = 2, 3, \dots;$$

k – найменше натуральне число, для якого $x_k = y_k$.

Наприклад, при $n = 8$ і $m = 6$

$$\begin{aligned} L(8,6) = {} & (5 \cdot \min\{8,6\} + 4 \cdot 8 \cdot [8 < 6] + 4 \cdot 6 \cdot [8 > 6] + 7) + \\ & + (5 \cdot \min\{8,12\} + 4 \cdot 8 \cdot [8 < 12] + 4 \cdot 6 \cdot [8 > 12] + 7) + \\ & + (5 \cdot \min\{16,12\} + 4 \cdot 8 \cdot [16 < 12] + 4 \cdot 6 \cdot [16 > 12] + 7) + \\ & + (5 \cdot \min\{16,18\} + 4 \cdot 8 \cdot [16 < 18] + 4 \cdot 6 \cdot [16 > 18] + 7) + \\ & + (5 \cdot \min\{24,18\} + 4 \cdot 8 \cdot [24 < 18] + 4 \cdot 6 \cdot [24 > 18] + 7) + \\ & + 6 = 61 + 79 + 91 + 119 + 121 + 6 = 477, \end{aligned}$$

що співпадає з відповідним експериментальним результатом, отриманим в емуляторі (рис. 1).

Стартова конфігурація:	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10
	8	6	0	0	0	0	0	0	0	0
Кінцева конфігурація:	**R1**	**R2**	**R3**	**R4**	**R5**	**R6**	**R7**	**R8**	**R9**	**R10**
	24	6	24	24	6	18	0	0	0	0

Виконано команд: 477

Результат виконання програми: R1=24

Рисунок 1. Обчислення $\mathrm{lcm}(8,6)$

Висновки. Наведено ефективний алгоритм обчислення функції $\mathrm{lcm}(n, m)$, де $n, m \in \mathbb{N}_0$, на машині з необмеженими регістрами. Встановлено точну формулу для оцінки його складності. Запропонований алгоритм демонструє високу структурну лаконічність (всього 24 команди) і може бути інтегрований як макрос (підпрограма) у складніші теоретико-числові обчислювальні архітектури на базі МНР.

Список використаних джерел

1. Cutland N. J. Computability : An Introduction to Recursive Function Theory. Cambridge : Cambridge University Press, 1980. 251 p.
2. Філіпчук М., Філіпчук О. Емулятор машини з необмеженими регістрами. Прикладні задачі та ІТ-технології. Чернівці, 2017. С. 115-118.
3. Філіпчук М. П., Філіпчук О. І. До питання оптимального обчислення факторіала на машині з необмеженими регістрами. ПІКТ – 2017. Чернівці, 2017. С. 45-47.
4. Філіпчук М. П., Філіпчук О. І. До питання оптимального обчислення однієї функції на машині з необмеженими регістрами. ПІКТ – 2019. Чернівці, 2019. С. 38-40.
5. Філіпчук М. П., Філіпчук О. І. Про одне обчислення на машині з необмеженими регістрами. ПІКТ – 2021. Чернівці : ЧНУ, 2021. С. 50-53.
6. Філіпчук М. П., Філіпчук О. І. Про обчислення функцій, пов'язаних із цілочисельним діленням, на машині з необмеженими регістрами. ПІКТ – 2024. Чернівці : ЧНУ, 2024. С. 59-60.
7. Філіпчук М. П., Філіпчук О. І. Обчислення функції GCD(n,m) на машині з необмеженими регістрами. ПІКТ – 2025. Чернівці : Технодрук, 2025. С. 69-70.

DOI 10.70286/EOSS-31.08.2026.021.296-298

APPLICATION OF THE MESSBAUER EFFECT IN MODERN MATERIALS SCIENCE

Ivanova Iryna
PhD in Physics and Mathematics, Assistant Professor
Department of General Physics
National Technical University of Ukraine
"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Ukraine

Key words: Mössbauer effect, material science,

In 1958, the German physicist Rudolf Mössbauer, while studying the resonance absorption of γ-rays, observed that under certain conditions, unusually narrow lines of γ-ray emission and absorption could be obtained, coinciding with each other in frequency. An infinitely small shift in frequency of one of these lines, caused by, for example, Zeeman splitting of nuclear levels, or a shift in the energy of quanta while moving in a gravitational field, should lead to a weakening or complete disappearance of the resonance absorption, which can be used to measure this shift.

The existence of this phenomenon spurred research in the fields of nuclear physics, solid-state physics, and fundamental general physical problems. Throughout 1960, experimental work dedicated to studying the Mössbauer effect and its

development followed one after another. Even now, interest in studying this unique effect and finding new ways to utilise it remains strong.

The Mössbauer effect is a physical phenomenon of resonance absorption of gamma radiation by atoms in a solid body. Resonance absorption is possible on the condition that the recoil energy is less than the width of the nuclear level. One of the first applications of the Mössbauer effect was measuring the width of levels and verifying the relation $\Gamma = \frac{\hbar}{\tau}$.

The application of the Mössbauer effect in metallurgy is quite effective, as iron (Fe) is one of the main components of metallurgical materials, and at the same time, this effect is most pronounced in iron. Tin (Sn) is the second most effective Mössbauer material, which is also a key component in many alloys.

Research into the effect of Mössbauer elements helps determine the isomeric shift of the material. If the source and absorber have the same isotopes but different electronic structures, then the transition energy for the gamma-ray source nucleus and the absorber nucleus will be different. As a result, resonant absorption of gamma rays does not occur. To register the Mössbauer spectrum, it is necessary to change the energy of the gamma rays emitted from the source. This can be achieved using the Doppler effect.

For example, if one takes a source made from tin that is in the charge state Sn^{4+},, and the absorber is Sn^{2+}, then the Mössbauer spectrum shifts relative to the initial position by v=3.55 mm/s. [2]

Thus, knowing the isomeric shift at a known charge state of the Mössbauer atoms in the source, we can determine the charge state in the absorber, which in turn manifests itself in the valency, type of bonding, nature of the electric environment, effect of internal pressure, and atomic volume.

If the Mössbauer nucleus is in a crystalline field with symmetry lower than cubic, then the electric field at the nucleus is inhomogeneous, causing the energy levels of the nucleus to split. The reason for the splitting is the interaction of the nucleus's quadrupole moment with the inhomogeneous field of the crystal. In turn, the electric quadrupole moment exists only in nuclei with spin I<1/2, including isotopes ^{57}Fe and ^{119}Sn. In an inhomogeneous electric field, the energy levels of the ground state do not split, while those of the excited state split into two. As a result, the Mössbauer spectrum exhibits two lines, the distance between which is determined by the energy of the quadrupole interaction [3].

Defining such a parameters allows for the study of:

- The electronic structures of alloys
- Phase transitions
- Bonds in intermetallic compounds or metal hydrides
- Magnetic structures and transitions
- Symmetries of lattices and the effects of impurities and defects
- Surface structures
- Defective microcrystalline phases
- Complex systems and their quantitative analysis

The Mössbauer effect enables the study and modification of not only metals but also various types of oxide glass that contain a small amount of iron (III) or tin (IV). At the atomic level, much can be learned about the role of non-metallic oxygen, glass formation, structure-formers, structural modifiers, structural relaxation, crystallisation, and so on. The addition of alkali oxides to oxide glass containing iron (III) resulted in a significant reduction in the glass transition temperature (by as much as 100°C) and a stable decrease in the quadrupole splitting of iron, which is reflected in the reduced disturbance of the structure-formers – oxygen polyhedra and the formation of non-metallic oxygen. Conversely, the addition of non-alkali oxide to oxide glass causes an increase in the glass transition temperature (more than a 100°C difference) and a stable increase in quadrupole splitting, which is reflected in the increased disturbance of the same structure-former in highly cross-linked structures. The Debye temperatures obtained from low-temperature Mössbauer measurements proved effective in determining the structures of glass and glass-ceramics of near and far order (crystals). Isothermal annealing of glass at temperatures above the glass transition or crystallisation temperature causes a "tunable" reduction in direct current resistance from the order of MΩ·cm to Ω·cm.

The addition of metal oxides with a narrow band gap has been shown to be very effective in increasing conductivity after annealing. It has been demonstrated that "structural relaxation" of the structure-formers – oxygen polyhedra and the resulting decrease in activation energy for conductivity are responsible for the improved conductivity. Thermal treatment of aluminous, gallate, and tellurite glass at temperatures above those for crystallisation and glass formation has shown that crystallisation was induced by the disruption of bonds of the structure-formers – oxygen polyhedra. Such and other discoveries have the potential to contribute to the development of functional glass and glass-ceramics, such as "smart" glass and eco-glass.

Literature

1. Mössbauer, Rudolf L. "Kernresonanzfluoreszenz von gammastrahlung in Ir 191." Zeitschrift für Physik 151.2 (1958): 124-143.
2. Mossbauer R. L., Zs. Phys., 151, 124 (1958); Naturwissenschaften, 45, 538 (1958); Zs. Naturforsch., 14a, 211 (1959) .
3. Principi G. The Mössbauer Effect: A Romantic Scientific Page. Metals. 2020; 10(8):992. https://doi.org/10.3390/met10080992
4. Nishida, T., Kubuki, S. & Oka, N. Local structure, glass transition, structural relaxation, and crystallization of functional oxide glasses investigated by Mössbauer spectroscopy and DTA. J Mater Sci: Mater Electron 32, 23655–23689 (2021). https://doi.org/10.1007/s10854-021-06855-w

DOI 10.70286/EOSS-31.08.2026.022.299-310

THE ATMOSPHERE OF NEPTUNE'S MOON TRITON AND ITS SEASONAL CHANGES.

Vidmachenko Anatoliy Petrovych
Doctor Phys.-Math. Sci., Professor
Department of Physics
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

Abstract. The largest natural satellite of the planet Neptune, Triton, was discovered by William Lassell on October 10, 1846, just seventeen days after the discovery of Neptune itself. Triton's main dynamic anomaly is its highly inclined retrograde orbit. It is the only large satellite in the Solar System with this type of motion. Tidal dissipation of energy during the transformation of its initially elongated orbit into a nearly circular one led to the release of sufficient heat to melt the inner layers of the satellite and to its complete differentiation into a massive silicate-metal core, an icy mantle, and a global liquid water-ammonia ocean. Triton has a thin, global, and dynamic atmosphere. Along with Saturn's moon Titan, Triton is the only satellite in the Solar System with a confirmed global gas envelope. Triton's atmosphere is composed mainly of molecular nitrogen (N_2) with minor admixtures of methane (CH_4) and carbon monoxide (CO), in thermodynamic equilibrium with surface ices. The weak surface gravity ($g = 0.779$ m/s²) and low second cosmic velocity (1.455 km/s) make its atmosphere gravitationally weakly bound; as a result, it extends to an altitude of more than 800–870 km, where it passes into the exosphere and directly interacts with Neptune's magnetosphere. The average surface temperature of Triton during the Voyager 2 flyby in 1989 was 38 ± 1 K. Under these conditions, most chemical compounds are in a solid state. The surface of the satellite is covered with a complex layer of condensed ices. About 55% of the area is covered by nitrogen ice, 10–20% by carbon dioxide (CO_2) ice, and 15–35% by the solid phase of water ice (H_2O). Carbon monoxide (CO) and methane (CH_4) ices are also present as microscopic impurities. The phase state of nitrogen ice is of particular importance for the thermodynamics of Triton. At a temperature of 35.61 K, nitrogen undergoes a first-order phase transition from a low-temperature cubic crystal structure (α-nitrogen) to a high-temperature hexagonal modification (β-nitrogen). Spectroscopic studies confirm that the nitrogen ice on Triton is in the hexagonal β-phase, which imposes a strict lower limit on the temperature of the surface deposits: that is, it cannot be lower than 35.6 K. Since the satellite's atmosphere is in thermodynamic equilibrium with the surface nitrogen ice, the saturated vapor pressure directly controls the total atmospheric pressure. Using a radio obscuration system and an ultraviolet spectrometer, the first accurate profiles of Triton's atmosphere were obtained. Voyager 2 determined that the surface pressure of the nitrogen atmosphere is 1.4 Pa, and the temperature at the tropopause height drops to a minimum of about 36 K. The spacecraft also recorded the presence of thin clouds of nitrogen ice at altitudes of 1–3 km and layers of organic haze

extending to a height of 30 km above the surface. The vertical profile of Triton's atmosphere is clearly structured and directly influences the behavior of cryovolcanic emissions. The atmosphere can be divided into several key zones based on temperature gradient: the troposphere (0–8 km), thermosphere (8–850 km), exosphere (> 850 km), and ionosphere.

Keywords: Triton, atmospheric evolution, chemical composition, seasonal changes, layers of organic haze.

Introduction. The largest natural satellite of the planet Neptune, Triton, is one of the rather anomalous objects in the outer part of the Solar System. Discovered by the English astronomer William Lassell on 10.10.1846 – just seventeen days after the historic discovery of Neptune itself – this satellite immediately demonstrated a number of unique dynamic characteristics [20]. The main dynamic anomaly of Triton is its retrograde orbit with a high inclination (156.9□ relative to the equator of Neptune). After all, it is the only large satellite in the Solar System with a similar type of motion. Such an orbital configuration is direct kinematic evidence that Triton could not have formed from the protoplanetary disk of Neptune. Modern cosmogonic models interpret it as a trans-Neptunian object or a dwarf planet from the Kuiper belt [15], which in the early stages of the evolution of the Solar System underwent gravitational capture by Neptune.

The gravitational capture of Triton was a reshaping event for the entire Neptune system [5]. This process would have been accompanied by the destruction of existing regular satellites, their transformation into debris, and the initiation of powerful gravitational heating of Triton's interior due to the action of extreme tidal forces. The tidal dissipation of energy during the transformation of its initially elongated orbit into a nearly circular one would have led to the release of sufficient heat to completely melt the satellite's inner layers and to its complete differentiation into a massive silicate-metal core, an icy mantle, and a global liquid water-ammonia ocean [12]. Triton also has a rarefied, global, and dynamic atmosphere. Together with Saturn's moon Titan, Triton is the only satellite in the Solar System with a confirmed global gas envelope [18, 22-24]. The gaseous mixture of Triton's atmosphere consists mainly of molecular nitrogen (N_2) with minor admixtures of methane (CH_4) and carbon monoxide (CO), being in a state of thermodynamic equilibrium with surface ices. The study of this atmosphere and its seasonal evolution [6, 7, 9] is quite important for understanding the processes of volatile transport, photochemical cycles and the physics of the interaction of icy surfaces with the space environment at heliocentric distances of about 30 AU.

Characteristics of physical conditions on the surface of the satellite Triton. Physical conditions on the surface of Triton (Table 1) are determined by its distance from the Sun, high integral albedo and specific balance between residual internal heat and weak solar heating. With an average radius of 1353.4 ± 0.9 km and a mass of about 2.14×10^{22} kg, Triton has an average density of 2.061 g/cm³; This indicates a high content of rocky rocks and metals in its interior (from 65% to 70% of the total mass). The weak surface gravity ($g = 0.779$ m/s²) and low second cosmic velocity (1.455 km/s) make its atmosphere gravitationally weakly bound, as a result of which it extends to a height of more than 800–870 km, where it passes into the exosphere and directly

interacts with Neptune's magnetosphere. The average surface temperature of Triton during the flyby of the Voyager 2 spacecraft in 1989 was 38 ± 1 K, which makes it one of the coldest bodies in the Solar System. Under such conditions, most chemical compounds are in a solid state. The surface of the satellite is covered with a complex layer of condensed ices. About 55% of the area is covered by nitrogen ice, 10–20% by carbon dioxide (CO_2) ice, and 15–35% by solid water ice (H_2O). Carbon monoxide (CO) and methane (CH_4) ices are also present as microscopic impurities.

Table 1 – Physical characteristics of Triton and some dwarf planets

Comparison parameter	**Triton**	**Pluto**	**Eris**	**Makemake**
Average diameter (km)	2706	2376	2326	~1430
Average density (g/cm3)	2.061	1.860	2.520	~1.700
Bond albedo	0.76	0.40−0.60	0.96	0.77−0.81
Atmospheric pressure (μbar)	14.5 (in 2022 p.)	10.0−12.0	Missing (frozen)	Temporary/local
Major surface ices	N_2, H_2O, CO_2, CO, CH_4	N_2,CH_4 ,CO, H_2O	N_2, CH_4	CH_4, N_2

Of particular importance for the thermodynamics of Triton is the phase state of nitrogen ice. At a temperature of 35.61 K, nitrogen undergoes a first-order phase transition from a low-temperature cubic crystal structure (α-nitrogen) to a high-temperature hexagonal modification (β-nitrogen). Spectroscopic studies confirm that nitrogen ice on Triton is in the hexagonal β-phase, which imposes a strict lower limit on the temperature of surface deposits: that is, it cannot be lower than 35.6 K. Since the satellite's atmosphere is in thermodynamic equilibrium with the surface nitrogen ice, the saturated vapor pressure directly controls the total atmospheric pressure.

Triton's relief is characterized by a low elevation difference - topographic irregularities within the imaged areas rarely exceed 200–1000 meters. This circumstance, together with the high mobility of subliming gases, leads to the fact that the satellite's atmosphere is practically isobaric near the surface. The constant processes of nitrogen sublimation and condensation smooth out any regional temperature gradients, making the temperature of nitrogen ice practically the same on the entire planetary surface, regardless of latitude.

Observational data obtained by space missions and the James Webb telescope. The main source of direct measurements in the Neptune system remains the flyby of the Voyager 2 spacecraft, which took place in August 1989. Using the Radio Eclipse System (RSS) and the Ultraviolet Spectrometer (UVS), the first accurate profiles of Triton's atmosphere were obtained. Voyager 2 found that the surface pressure of the nitrogen atmosphere is 14 ± 1 μbar (1.4 Pa), and the temperature at the tropopause drops to a minimum of about 36 K. The spacecraft also recorded the presence of thin clouds of nitrogen ice at altitudes of 1–3 km and layers of organic haze extending to a height of 30 km above the surface.

The following decades of study of Triton were based on ground-based infrared observations and the use of orbital telescopes. In particular, in August 2008, the first

ground-based detection of methane and carbon monoxide in the atmosphere of this satellite was made using the highly sensitive CRIRES spectrograph on the European Southern Observatory's Very Large Telescope (VLT). These observations revealed that the upper layer of Triton's surface ice is about ten times more enriched in carbon monoxide than deeper layers, and it is this thin enriched film that fuels the atmosphere.

A new qualitative leap in understanding Triton's cryosphere and atmosphere occurred in December 2022 thanks to the James Webb Space Telescope (JWST) (Table 2). The obtained high-resolution (R∼2700) observation spectra covered the wavelength range from 0.9 to 5.3 microns, providing unprecedented precision measurements for both hemispheres of the satellite [8].

Table 2 – Results of spectral observations from JWST [8]

Chemical compound	State of matter	Wavelength / Band (μm)	Instrument on JWST	Scientific significance and conclusions
Nitrogen (N_2)	Solid (ice)	2.15	NIRSpec / IRTF SpeX	A pronounced longitudinal asymmetry with a higher concentration in the sub-Neptunian hemisphere was detected.
Methane (CH_4)	Solid / Gas	Multi-band (1.67, 2.35, 3.3)	NIRSpec / CRIRES VLT	A steady increase in the depth of ice absorption bands over the past decades was confirmed.
Deuterated methane (CH_3D)	Solid (ice)	Characteristic bands in IR	NIRSpec (IFU)	The first reliable detection of a methane isotopologue on the surface of Triton.
Carbon monoxide (CO)	Solid (ice)	2.35, 4.28	NIRSpec	The presence of a high concentration of volatile ice on the leading hemisphere was established.
Carbon monoxide (CO)	Gas-like	4.5−4.8 (Fluorescence)	NIRSpec (G395H)	A dense emission structure of molecular gas was detected in the upper atmosphere of Triton.
Carbon dioxide (CO_2)	Solid (ice)	More than 20 overtones	NIRSpec	Anomalously deep absorption bands were recorded, the largest among all known TNOs.
Organic compounds (C_2H_6, C_2H_2)	Solid aerosol	Bands in the range 2.1−2.3	NIRSpec	Products of radiolysis and photolysis of atmospheric methane by solar ultraviolet.

The most significant atmospheric result of JWST was the direct detection of vibrational-rotational emission lines of infrared fluorescence of gaseous carbon monoxide (CO) in the range of 4.5–4.8 microns. This spectral range contains hundreds of thin emission peaks that arise from radiative excitation of atmospheric CO molecules by solar radiation in the rarefied upper layers of Triton's thermosphere. Comparison of the obtained data with theoretical models of nonlocal thermodynamic equilibrium revealed significant anomalies in the intensity of the lines, indicating a more complex thermal structure [19] of the upper atmosphere and the specificity of its interaction with the plasma environment of Neptune than previously assumed.

JWST observations also confirmed long-term seasonal trends in changes on the satellite's surface. The depth of the absorption bands of highly volatile ices (N_2, CH_4, CO) in the sub-Neptunian hemisphere was found to be systematically larger, which confirms the active redistribution of volatiles between the hemispheres as Triton moves along its orbit. At the same time, more stable ices (H_2O and CO_2) demonstrate spatial uniformity, since they do not participate in seasonal transport through sublimation at current temperatures.

The importance of the solid-state greenhouse effect for replenishing Triton's atmosphere. The solid-state greenhouse effect is a key physical process that determines the thermal regime of Triton's surface layer and ensures the continuous flow of volatile gases into its atmosphere. This effect arises due to the combination of the high optical transparency of nitrogen ice in the optical range of the spectrum and its low thermal conductivity. The mechanism of action of the solid-state greenhouse effect is described by the following sequence of physical processes:

1. Penetration of solar radiation: Weak sunlight at a distance of 30 AU easily passes through a clean, translucent layer of hexagonal nitrogen ice (β-modification) to a depth of several meters.

2. Absorption by the substrate: Under the surface layer of clean ice there is usually a darker, absorbing substrate, which contains silicate dust, aerosol particles or complex organic compounds - tholins synthesized in the atmosphere. This layer effectively absorbs visible light, converting it into thermal long-wave infrared radiation.

3. Heat trap: Since nitrogen ice is opaque to thermal infrared radiation and has a low thermal conductivity ($K \approx 0.2$ W / (m·K)), the accumulated heat cannot be quickly radiated into outer space or transferred by conduction.

4. Thermal gradient: As a result, a positive temperature gradient is formed at a depth of several meters. The temperature of the subsurface layer rises by 4–10 K higher compared to the immediate surface of Triton, reaching 42–48 K. This temperature increase has a colossal effect on the satellite's atmosphere due to the exponential dependence of the saturated nitrogen vapor pressure on temperature. Basal heating causes intensive sublimation of nitrogen directly inside the ice layer. Gaseous nitrogen accumulates under the sealed ice crust, creating zones of excess pressure. When the internal gas pressure exceeds the tensile strength of nitrogen ice, an explosive collapse of the roof occurs, and the compressed nitrogen, together with dust particles, is ejected into the atmosphere, forming active cryovolcanic plumes.

In addition to local emissions, the solid-phase greenhouse effect at the scale of polar latitudes provides a stable and continuous influx of molecular nitrogen into the atmosphere during the long summer season, which prevents the complete freezing (atmospheric collapse) of Triton's gas envelope, which was predicted by some early models.

The relationship of the atmosphere with geophysical and geological anomalies as indicators of internal processes. Triton's atmosphere is a sensitive indicator not only of solar heating, but also of powerful endogenous processes occurring in the interior of the satellite. The main evidence of high internal activity is the anomalously young age of its surface, which is estimated in the range from 5 to 50–

100 million years. Unlike most moons of the outer planets, Triton is virtually devoid of large impact [2-4, 14] meteorite craters, indicating continuous geological renewal of the surface through processes of tectonics and cryovolcanism.

The interaction of internal heat with Triton's atmosphere is realized through several physical mechanisms.

Asymmetric formation of polar caps: Internal heat flow is distributed unevenly, focusing near the equator and poles due to the geometry of tidal deformations. This affects the thickness and boundaries of polar ice caps, accelerating nitrogen sublimation from below and modulating planetary pressure.

Degassing through faults: Tectonic structures such as double ridges and linear faults (similar to those on Jupiter's moon Europa) serve as direct channels for the escape of gases (N_2, CH_4, CO) from internal reservoirs directly into the atmosphere, maintaining its stable balance.

Subsurface global ocean of liquid water. Modern geophysical models of Triton indicate a high probability of a global liquid ocean at the boundary between its rocky core and its outer icy shell. Calculations show that Triton has a powerful hydrosphere with a total thickness of 250 to 400 km, where the liquid water layer can be up to 100–130 km thick, lying under an icy crust 150–270 km thick.

The stability of this ocean for 4.5 billion years is ensured by a unique balance between radiogenic heat from the core, tidal dissipation, and the presence of chemical impurities that lower the melting temperature.

Tidal dissipation of energy is concentrated mainly at the base of the icy shell. A thin crust is more ductile and generates more heat, while thickening the crust makes it stiffer, reducing heat release. This feedback stabilizes the thickness of the ice shell. Basal tidal heating reduces the temperature gradient within the ice, creating a thermal blanket effect that protects the ocean from freezing. At orbital eccentricities of $e \approx 0.00005$, the 130 km thick ocean remains liquid throughout the satellite's lifetime, and at $e \approx 0.00010$, ice crystallization is completely blocked, preserving a giant liquid layer.

Triton formed in the cold regions of the protoplanetary nebula, accumulating large amounts of volatile hydrates, in particular ammonia (NH_3). Calculations show that the concentration of ammonia in the subsurface ocean can reach 10–15%. Ammonia acts as an effective antifreeze, lowering the eutectic temperature of the water-ammonia mixture to ~176 K (about −97 °C), which allows the ocean to remain liquid at much lower temperatures than pure water.

Table 3 – Comparison of the internal structure of the three satellites

Geophysical parameter	**Triton**	**Europa**	**Enceladus**
Silicate core thickness (km)	~950−1000	~1400−1500	~190
Ice crust thickness (km)	150−270	15−25	20−40
Liquid ocean depth (km)	100−130	~100	30−40
Chemical impurities in the ocean	NH_3 (up to 15%), salts	salts ($MgSO_4$, NaCl)	Salts, organics, NH_3
Main heat source	Oblique tides + radiogenic	Eccentric tides	Resonant tides + radiogenic

Confirmation of the presence of a subsurface ocean is one of the most difficult tasks of modern planetary science due to the presence of a dense ionosphere at Triton. The high ionospheric Pedersen conductivity (>10^4 Sm) screens the rapid variations of Neptune's magnetic field, preventing the classical method of magnetic induction at the synodic rotation frequency of the planet (Tsyn=14.4^h).

However, recent studies suggest using a low-frequency harmonic associated with Triton's orbital period (T_{orb}=141^h). A long-period magnetic wave with a period of 141^h easily passes through the highly conductive ionospheric screen, exciting induction currents directly in the salty water ocean. Measuring this response with a two-sensor magnetometer during a single flyby will allow us to unambiguously prove the existence of an ocean and determine its depth.

Cryovolcanic eruptions and their significance for replenishing Triton's atmosphere. Cryovolcanism on Triton is one of the most important mechanisms that directly links its internal geodynamics with the atmosphere. In 1989, the Voyager 2 spacecraft first recorded active cryovolcanic eruptions on the icy body in the form of powerful geyser-like plumes. These jets of dust and nitrogen gas rose strictly vertically to a height of 8 ± 0.5 km, where under the influence of strong horizontal winds they bent sharply and drifted for a distance of more than 100–150 km. The mass output of gas from each plume is estimated at 200−400 kg/s.

The vertical profile of Triton's atmosphere is clearly structured and directly affects the behavior of cryovolcanic emissions. The atmosphere can be divided into several key zones according to the temperature gradient.

Troposphere (0–8 km): A zone of intense convection, which is heated from below by solar radiation. The temperature here gradually decreases with altitude, reaching a minimum of about 36 K at the tropopause (8 km). It is here that cryovolcanic plumes lose buoyancy and begin to spread horizontally.

Thermosphere (8–850 km) and exosphere (>850 km): Unlike Earth, Triton lacks a classical stratosphere due to the lack of strong radiation absorbers at mid-altitudes. In the thermosphere, the temperature begins to rise sharply, reaching an isothermal value of about 95−100 K at altitudes above 300 km. This heating is provided by the absorption of hard solar ultraviolet and the energy of charged particles from Neptune's magnetosphere.

Ionosphere: Triton has a dense ionosphere with a peak electron concentration of 46×109 particles per cubic meter at an altitude of 340 km, recorded during the exit from the radio eclipse of Voyager 2. Calculations show that solar radiation at a distance of 30 AU is capable of providing only a small fraction of this ionization. The main source of ionization is the precipitation of energetic electrons (> 10 keV) from the magnetosphere of Neptune, which are transported to the ionopause of Triton due to curvature drift in the process of sub-Alfvén interaction.

The dynamics of the atmosphere are also characterized by the presence of organic haze and condensation clouds. The haze extends to a height of 30 km and is formed as a result of the photolysis of methane by solar ultraviolet, which triggers a chain of chemical reactions from the synthesis of complex hydrocarbons and nitriles. At

altitudes of 1–4 km, thin clouds of nitrogen ice crystals condense with an aerosol optical depth of about 0.03 for discrete structures and 0.003 for the global background haze at a single-scattering albedo of 0.99.

Triton's atmospheric loss is due to the continuous dissipative escape of light gases into space. Methane photolysis produces large amounts of light atomic and molecular hydrogen, which escapes at a rate of $\sim 7\times10^{25}$ particles per second, forming a giant neutral hydrogen-nitrogen torus around Neptune (Triton torus). Cryovolcanic eruptions and sublimation processes are the most important atmospheric replenishment factors that compensate for these significant losses and maintain atmospheric pressure in a stable state over geological time.

Evolution of Triton's atmospheric pressure based on stellar coverage data. The most accurate ground-based method for monitoring the dynamics of Triton's atmosphere is the registration of stellar coverings. Analysis of the light curves during the covering allows us to obtain vertical profiles of refraction, density, pressure and temperature of the gas in the microbar range. Of particular importance is the detection of the "central flash" – optical focusing of starlight by the spherical limb atmosphere, when the observer is exactly on the central line of the satellite's geometric shadow.

The history of instrumental observations of Triton's coverings covers the period from 1989 to 2022 (Table 4). This time interval coincides with Triton's passage through the extreme southern summer solstice in 2000 (a configuration that repeats only once every 650 years), when the subsolar latitude on the satellite reached a record 50□S.

Table 4 – characteristics of observations of stellar coverings

Coverage Date	Organizers / Instruments	Reference pressure p1400 (r=1400 km, μbar)	Estimated surface pressure p_{surf} (μbar)	Key scientific findings
August 25, 1989	Voyager 2 (RSS/UVS)	0.86 (extrapolated)	14.0±1.0	A baseline atmospheric profile was established in early spring.
August 14, 1995	KAO Observatory / Ground-based telescopes	1.4±0.1	17.0±1.9	The first signs of a seasonal increase in atmospheric density were recorded.
July 18, 1997	Ground network of stations	2.36±0.1	19.0−22.0	The onset of a sharp pressure jump before the solstice.
November 4, 1997	HST Space Telescope (FGS)	2.30±0.03	19.0−22.0 (models up to 40)	A twofold increase in atmospheric mass and a 2 K warming were confirmed.
October 5, 2017	Multichord campaign (Europe / USA)	1.18±0.03	14.1±0.4	An unexpected drop in pressure to the 1989 level was detected.
October 6, 2022	Lucky Star / Ground-based observatories / CHEOPS	1.211±0.039	14.54±0.47	Pressure stabilization on a plateau, inconsistency with classical VTMs.

The first coverages in 1995 and 1997 clearly recorded a rapid increase in atmospheric density compared to the Voyager 2 data. According to the Hubble Space Telescope coverage of Tr180 in November 1997, the pressure at a radius of 1400 km had almost tripled, and the surface pressure had risen to at least 19–22 μbar, indicating a doubling of the total mass of the atmosphere in just eight years. This global warming was accompanied by a 2 K increase in the temperature of the surface nitrogen ice (from 37.5 K to 39.3 K) and was caused by Triton approaching an extreme summer solstice [10].

According to classical numerical models of volatile transport (VTM) [1], after the 2000 solstice, the pressure on Triton should have reached a maximum in the region of 2005–2015 at a level not exceeding 23 μbar, after which a rapid decrease in pressure should have begun due to condensational freezing of nitrogen at the winter north pole. However, the results of the 2017 and 2022 coverages completely refuted these theoretical predictions [25]. The campaign of October 5, 2017 (90 light curves were obtained, 42 of which contained a central flare) recorded a surface pressure of 14.1 ± 0.4 μbar. This value turned out to be almost identical to the initial parameters of Voyager 2 in 1989.

The last multichord coverage on October 6, 2022, recorded by ground-based telescopes in China, India, and the CHEOPS spacecraft, showed a surface pressure of 14.54±0.47 μbar [13]. This result demonstrated that the atmospheric pressure of Triton has reached a stable plateau and is not undergoing the predicted rapid decline. The scientific explanation for this stabilization lies in the plane of more complex surface-atmosphere interactions. Apparently, the processes of matter transport are modeled with the participation of the effect of “albedo runaway” (ice albedo runaway) and the formation of local seasonal nitrogen frosts in temperate and equatorial latitudes, which act as additional cold traps, maintaining a stable rate of global sublimation and compensating for the seasonal cooling of polar latitudes.

An important result of the analysis of the central flare during the 2017 coverage was the establishment of a hard limit on the geometric homogeneity of Triton’s lower atmosphere. It was proven that the satellite's atmosphere is highly symmetrical, and the apparent oblateness at the height of the tropopause (~8 km) does not exceed $\epsilon<0.0011$. This excludes the presence of strong asymmetric deformations or large-scale dynamic shifts in the lower layers of the satellite's gas envelope.

Conclusions. The study of Triton's atmosphere and its seasonal fluctuations over the past three decades allows us to formulate the following general conclusions.

Climate dynamics and buffer mechanisms: Triton's atmosphere is one of the most sensitive climate systems in the Solar System. The global warming associated with the extreme solstice of 2000, recorded in the 1990s, was replaced by pressure stabilization at a level of ~14.5 μbar in 2017–2022. This fact indicates the presence of powerful feedbacks and complex albedo self-acceleration effects that protect the atmosphere from complete freezing and collapse.

Chemical evolution according to JWST data: Observations by the James Webb Space Telescope in December 2022 provided new unique information about the

chemical composition of Triton's cryosphere. The detection of deuterated methane (CH_3D), ethane (C_2H_6), and acetylene (C_2H2), as well as the detection of infrared fluorescence emission lines of gaseous carbon monoxide (CO), confirm the complex nature of photochemical processes and radiolysis at the surface and in the rarefied upper layers of the thermosphere.

Endogenous atmospheric support: Triton's geophysical features—high internal heat flux driven by oblique tides and the likely existence of a subsurface global water-ammonia ocean – directly influence its cryosphere. Active cryovolcanic plumes and sublimation processes act as reliable sources of atmospheric replenishment, compensating for the continuous loss of gases through dissipation into space.

The prospects for further study of Triton are inextricably linked to the need for new space missions. The Trident rapid flyby concept (NASA Discovery program), proposed in 2019, aimed to map cryovolcanic regions in detail and conduct direct magnetic measurements of the subsurface ocean during a flyby in 2038. A larger and more ambitious project is Neptune Odyssey, a strategic flagship mission that is scheduled to launch an orbiter in 2031–2033 and arrive in the Neptune system in the mid-2040s [11]. This spacecraft will perform at least 46 targeted flybys of Triton, drop an atmospheric probe into Neptune’s interior, and provide a comprehensive study of the interaction of its unique moon with the ice giant’s magnetosphere, ultimately unlocking the mysteries of this amazing icy world.

References

1. Bertrand T., Lellouch E., Holler B. J., et al. (2022) Volatile transport modeling on Triton with new observational constraints. Icarus. 373, 114764. https://doi.org/10.1016/j.icarus.2021.114764
2. Churyumov K.I., Steklov A.F., Vidmachenko A.P., Dashkiev G.N. (2015) Observations of fragment of cometary nuclei in the atmosphere over Kiev. Astronomical School’s Report. 11 (2), p. 99-102.
3. Churyumov K.I., Steklov A.F., Vidmachenko A.P., Dashkiev G.N. (2016) Several twilight bolides over Kiev in 2013-2015 - fragments of comets nuclei. International conference Meteoroids 2016, at the European Space Research and Technology Centre (ESTEC) in Noordwijk, the Netherlands from 6-10 June 2016. Poster 63.
4. Churyumov K.I., Steklov O.F., Vidmachenko A.P., Steklov E.A. (2014) Traces on sky: the classification and the results of regular observations of twilight fireballs. Astronomical School’s Report. 10 (1), p. 37-42.
5. Ćuk M., Gladman B.J. (2005) Constraints on the history of the Neptunian satellite system. The Astrophysical Journal. 626(2), p. L113–L116. https://doi.org/10.1086/431743
6. Elliot J.L., Hammel H.B., Wasserman L.H., et al. (1998) Global warming on Triton. Nature. 393(6687), p. 765–767. https://doi.org/10.1038/31651
7. Grundy W.M., Young L.A. (2004) Near-infrared spectroscopy of Triton: Seasonal and rotational variations. Icarus. 172(2), p. 455–478. https://doi.org/10.1016/j.icarus.2004.07.013

8. Hines D. C. (2023) Kuiper Belt science with JWST (Cycle 1 Guaranteed Time Observations Program #1272). Space Telescope Science Institute.
9. Lellouch E., de Bergh C., Sicardy B., et al. (2010) Detection of CO in Triton's atmosphere and the nature of surface-atmosphere interactions. Astronomy & Astrophysics, 512, L8. https://doi.org/10.1051/0004-6361/201014339
10. Nobis G.J., Chevrier V.F. (2025) Temperature, albedo and emissivity of Triton and Proteus from Voyager 2 IRIS data. 56th Lunar and Planetary Science Conference, LPI Contrib. No. 3122, 1670.
11. Rymer A.M., Arridge C.S., Clyde B., et al. (2021) Neptune Odyssey: A Flagship mission to the Neptune-Triton system. Planetary Mission Concept Study Report for the 2023-2032 Planetary Science and Astrobiology Decadal Survey. NASA.
12. Saur J., Duling S., Schilling N., Steinbrügge, G. (2024) Sounding Triton's interior ocean with electromagnetic induction at the orbital period of Torb = 141 hours. Philosophical Transactions of the Royal Society A, 382(2268), 20240087. https://doi.org/10.1098/rsta.2024.0087
13. Sicardy B., Tej A., Gomes-Júnior A.R., et al. (2024) Constraints on the evolution of the Triton atmosphere from occultations: 1989–2022. Astronomy & Astrophysics. 682, L24. https://doi.org/10.1051/0004-6361/202348756
14. Vid'Machenko A.P. (1995) Settling of dust in Jupiter's atmosphere after the impact of fragments of comet Shoemaker-Levy 9. Kinematika i Fizika Nebesnykh Tel. 11 (4), p. 21-24.
15. Vidmachenko A.P. (2016) Features of surface topography and the geological activity of Pluto. 18 International scientific conference Astronomical School of Young Scientists, the program and abstracts. National Aviation University, Kyiv, Ukraine, May 26-27, 2016. P. 12-14.
16. Vidmachenko A.P. (2016) Seasonal Changes on Jupiter: 2. Influence of the Planet Exposure to the Sun. Kinematics and Physics of Celestial Bodies. 32(6), p. 283-293.
17. Vidmachenko A.P. (2016) The floating ices on the surface of Pluto. 18 International scientific conference Astronomical School of Young Scientists, the program and abstracts. National Aviation Universty, Kyiv, Ukraine, May 26-27, 2016. P. 10-12.
18. Vidmachenko A.P. (2018) Features of volcanoes on different Solar system bodies. Astronomical School's Report. 14(1), p. 1-14.
19. Vidmachenko A.P. (2023) Thermal properties of the surface of Mars. Proceedings of VII International Scientific and Practical Conference. Progressive research in the modern world (March 29-31, 2023). Chapter 42. BoScience Publisher, Boston, USA, p. 243-252.
20. Vidmachenko A.P. (2025) Main astronomical, orbital and physical characteristics of Neptune's moon Triton. Collection of Scientific Papers with the Proceedings of the Collection of Scientific Papers with the Proceedings of the 9th International Scientific and Practical Conference «Modern Perspectives on Global Scientific Solutions» (August 24-26, 2026, Bergen, Norway). European Open Science Space. P. 245-255.

21. Vidmachenko A.P., Klimenko V.M., Morozhenko A.V. (1980) spectral albedos of the disk of Mars in September-October 1977. Astronomicheskii Vestnik. 14(4), p. 199-201.
22. Vidmachenko A.P., Morozhenko O.V. (2017) Physical characteristics of the surface of satellites and rings of giant planets. Kyiv: Editorial and publishing department of NUBiP of Ukraine. -412 p.
23. Vidmachenko A.P., Steklov A.F. (2022) Volcanoes on Triton among the kingdom of ice. Proceedings of the 11th International scientific and practical conference. Modern directions of scientific research development. Chapter 19. BoScience Publisher. Chicago, USA. P. 141-150.
24. Vidmachenko A.P., Steklov A.F. (2023) Physical characteristics of natural satellites of planets. Kyiv: NULES of Ukraine. – 198 p. ISBN 978-617-8351-05-2.
25. Yuan Y., Zhang C., Li F., et al. (2024) New constraints on Triton's atmosphere from the 6 October 2022 stellar occultation. Astronomy & Astrophysics. 684, L13. https://doi.org/10.1051/0004-6361/202348460

DOI 10.70286/EOSS-31.08.2026.023.310-312

RESEARCH ON NEUTRINO OSCILATIONS TO CONFIRM THE MASS OF NEUTRINOS

Ivanova Iryna
PhD in Physics and Mathematics, Assistant Professor
Department of General Physics
National Technical University of Ukraine
“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Ukraine

Key words: neutrino, neutrino oscillations, flavor

In 1914, James Chadwick discovered a contradiction: in the β-decay of radioactive nuclei, contrary to expectations, a continuous spectrum of electron energies is observed. In 1930, Wolfgang Pauli proposed the idea of the existence of a neutral elementary particle that also escapes during β-decay and takes away some of the energy. The experimental confirmation of the existence of the neutrino was achieved by Fred Reines and Clyde Cowan in 1956. [1] In 1988, Leon Max Lederman was awarded the Nobel Prize in Physics for his work on the detection of weak interactions in cosmic rays. In 1995, the Nobel Prizes in Physics were awarded to Frederick Reines, Clyde Cowan, and Arthur McDonald for their significant contributions to the detection of solar neutrinos.

Thus, neutrinos are neutral, stable particles with very little mass and half-integer spin, participating in weak and gravitational interactions. Neutrinos have been classified into three types (flavors): electron, muon, and tau. The type of neutrino remains unknown until it interacts with matter. [2]

The question of the existence of neutrino mass arose in connection with the solar neutrino deficit problem. It turned out that: the flux of electron neutrinos from the Sun is three times smaller than theoretically expected. These results pointed to the phenomenon of neutrino oscillations, predicted back in 1957 by B. Pontecorvo and V. Gribov. [1] In 2015, the Nobel Prize was awarded to Arthur McDonald (Canada) and Takaaki Kajita (Japan) "for the discovery of neutrino oscillations, which shows that neutrinos have mass."

Neutrino oscillation is the transition of one flavor into another within a single neutrino. That is, a neutrino contains a superposition of mass states, at least three types, and changes their configuration while traversing a distance that facilitates the transition from one flavor to another. This is only possible if the neutrino has a non-zero mass.

Subsequently, another important effect was discovered, known as the Mikheyev-Smirnov-Wolfenstein effect. Its essence lies in the fact that when neutrinos pass through matter (in particular, the Sun, Earth), resonant enhancement is observed in relation to their motion in a vacuum. [3]

The probability of a neutrino transitioning from one flavor to another in general is characterized by two quantities:

$$\Delta m^2 = |m_1^2 - m_2^2| \quad (1)$$

– the square of the difference of the masses of the mass states and the angle Θ – the mixing angle of the neutrinos. Hence, the flavor of the particle can be described by various configurations of the differences of these angles and masses. [3]

The oscillation length is a quantity that characterizes the periodicity of the probability ($P(\nu_e \rightarrow \nu_\mu)$) of the change (transition) of one specific flavor into another, which occurs according to a periodic law:

$$L_{osc} = 2\pi \times \frac{2E}{\Delta m^2} \quad (2)$$

(the probability $P(\nu_e \rightarrow \nu_\mu) = \sin^2 2\alpha \sin^2 (\frac{\Delta m2\, L_{osc}}{\pi x})$.) If the angle $\alpha = \pi/4$ (complete mixing), then at certain distances, the probability of transition becomes equal to one. Neutrino oscillations are the first observed effect beyond the standard model, which has successfully described all phenomena of subatomic physics to date. [4]

Currently, experiments such as Super-Kamiokande, IceCube, JUNO, DUNE, KATRIN are either underway or planned. Experimental setups are arranged to isolate the results of the experiment from cosmic neutrinos and other radiations, for example, deep underground. [5]

The KATRIN measurement technique has allowed for the establishment of an upper limit on the neutrino mass. To determine this, the energy of electrons released along with neutrinos during the decay of radioactive hydrogen (beta decay of tritium) is measured. By subtracting the energy of the electron from the total recorded energy, one can infer the contribution of the neutrino. [5]

As of February 2022, the latest result of the experiment announced an upper limit on the neutrino mass of < 0.8 eV at a 90% confidence interval. Achieving this upper limit on the neutrino mass is an important step in studying these elementary particles, and subsequent research aims to obtain more precise data that may be of great significance for our understanding of the fundamental principles of particle physics and cosmology.

Literature

1. Charles P. 50 years ago Pauli invented the neutrino, Of Matter and Spirit, 73-80 (2009) https://doi.org/10.1142/9789812819017_0003
2. Bilenky S.M. The history of neutrino oscillations, Phys. Scripta, 2005, T121(2005). https://doi.org/10.1088/0031-8949/2005/T121/001
3. Fisher P, Kayser B., McFarland K. Neutrino mass and oscillation Annual Review of Nuclear and Particle Science, 49, 481-527 (1999). https://doi.org/10.1146/annurev.nucl.49.1.481
4. Kayser B. On the quantum mechanics of neutrino oscillation Phys. Rev. D 24, 110 (1981) https://doi.org/10.1103/PhysRevD.24.110
5. Fraenkle F.M., The Neutrino Mass Experiment KATRIN, Ukrainian Journal of Physics, 64(7), 573-576 (2019) doi:10.15407/ujpe64.7.573

DOI 10.70286/EOSS-31.08.2026.024.312-315

COSMIC RELIC RADIATION: DISCOVERIES AND THE CURRENT STATE OR RESEARCH

Ivanova Iryna
PhD in Physics and Mathematics, Assistant Professor
Department of General Physics
Swachko Evgen
Student
Faculty of Physics and Mathematics
National Technical University of Ukraine
“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Ukraine

Key words: relic raditaion, expansion of Universe, microwave radiation, gravitation

Born in Odesa, Georgiy Gamov first proposed the idea of residual thermal radiation in 1946, which is a consequence of the early stage of the Universe's expansion. Together with his students R. Alpher and R. Herman, he used this hypothesis in 1948 to explain the synthesis of all elements in the periodic table and their isotopes at the very beginning of the expansion. The thermal radiation subsequentlyy cooled due to the Universe's expansion, so that its current temperature, according to their estimates, was around 5-6 K. However, these ideas laid the foundation for the hot model of the Universe. According to the modern view, in the early epoch, during the first three minutes after the Big Bang, only light elements were synthesised: hydrogen, helium, lithium, and their isotopes. All other elements were formed much later, in the cores of stars and in supernova explosions [1].

Although in 1964, an article by Andriy Doroshkevich and Igor Novikov titled "The Average Density of Radiation in the Metagalaxy and Some Questions of Relativistic

Cosmology" appeared in the journal "Reports of the Academy of Sciences of the USSR". It provided a detailed analysis of the relationships between the intensities of galaxy radiation and relic radiation, showing that it could be registered at wavelengths from a few centimetres to a few millimetres, where the contribution from galaxy radiation is minimal. At that time, the only instrument capable of registering such radiation was the twenty-foot reflector of the Bell laboratory in Crawford Hill. British astrophysicists F. Hoyle and R. Taylor published similar conclusions in an article in the September issue of "Nature". In early 1965, a group of astrophysicists from Princeton (USA) — R. Dicke, P.J.E. Peebles, P. Roll, and D. Wilkinson — first approached the experiment aimed at registering relic radiation and began to construct an antenna.

Back in 1964, at the Bell laboratory in Crawford Hill (USA), radio physicists Robert Wilkinson and Arno Penzias were preparing the most sensitive radio telescope at that time to study the Galaxy at a wavelength of ~21 cm. They were tasked with studying all sources of interference and noise: terrestrial, atmospheric, and instrumental. The solution to this problem was to retune the receiver to a wavelength of 7.35 cm. At this wavelength, galactic radiation is virtually absent. All possible noises in the receiver and electrical circuits were also eliminated, and the glow of the atmosphere at this wavelength was isolated. In spring 1964, a signal was detected, the level of which did not depend on either the direction in the sky or the season. For reliability, they checked all the receiving equipment again and cleaned the antenna. The signal remained unchanged. They then turned to the Princeton group for help in interpreting this signal. Dicke and his colleagues immediately understood that Penzias and Wilson had registered the thermal radiation of the early Universe, and they needed to confirm this discovery with their telescope. Both groups decided to publish two short communications in the journal Astrophysical: one regarding the results of the noise measurements, indicating an excess temperature of 3.5±1 degrees Kelvin, authored by A. Penzias and R. Wilson — "Measurement of the Excess Temperature of the Antenna at 4080 MHz" ; the second — their interpretation in light of Gamov's hypothesis, authored by R. Dicke, P.J.E. Peebles, P. Roll, and D. Wilkinson — "Cosmic Thermal Radiation". Both articles were published in the same issue in the summer of 1965.[2,3]

This fundamental discovery brought for Arno Penzias and Robert Wilson, the Nobel Prize in 1978.

Research on cosmic microwave background radiation is more relevant today than ever, as this radiation has passed through all stages and phases of the formation of the Universe – from the recombination period to the present day, carrying an enormous amount of information. Any physical process that occurred during this time left its mark on it. Therefore, by measuring certain properties of the cosmic microwave background radiation, one can draw conclusions about what happened earlier, what properties the Universe had, and whether the assumptions of contemporary scientists are correct, and so on.

Today, cosmic microwave background radiation is observed in the sky in the microwave range of the electromagnetic spectrum, which is why it is also referred to as the cosmic microwave background. At the beginning of its existence, it had a spectrum of an absolute black body with a temperature of 3000 K. Since then, the Universe has

expanded by a factor of 1100, and the temperature of the cosmic microwave background radiation has decreased by the same factor. Today, it is slightly less than 3 K, which is why this radiation is sometimes also referred to as three degrees [4].

The study of the Universe using the cosmic microwave background can be divided into three major groups of research – studies of temperature fluctuations, polarization, and weak lensing. The temperature field of the cosmic microwave background radiation carries the most information about everything that occurred in the early Universe in terms of the initial density perturbations, gravitational effects, interactions with baryons of the cosmic microwave background, as well as the interaction of cosmic microwave background radiation with galaxies and their clusters during the late Universe. Polarization allows for the characterization of two epochs in the development of the Universe: the recombination stage and the reionization stage of hydrogen. Weak lensing, which is a product of the interaction of photons of cosmic microwave background radiation with the large-scale structure of the Universe, allows for the characterization of the geometry of the Universe [5].

The results of processing the data obtained during experiments are classified into maps, spectra, and catalogs. Catalogs contain lists and characteristics of specific cosmic objects of research. Maps of cosmic microwave background radiation are compiled for different microwave frequencies. Most often, equatorial and galactic coordinate systems are used in their construction. Much attention is paid to the choice of pixel schemes that are best suited for creating maps of the cosmic microwave background and subsequent harmonic decomposition. To obtain the angular power spectrum, the relative temperature fluctuation is expanded in a series according to spherical harmonics. To compare theoretical and experimental data, a set of coefficients is used, which is an approximate average over the azimuthal number of the squares of the expansion coefficients [6].

In general, modern studies of cosmic microwave background radiation can be divided into three categories according to the so-called "platforms": satellites, stratospheric balloons, and ground-based telescopes. The choice of a specific research method depends on what exactly needs to be studied, what the scientific goal is, and what budget can be allocated for such research. The advantage of satellites is that access to the entire sky can be obtained at any moment. However, there is a limitation on the size of telescopes that can be placed on them, which leads to a lower resolution than desired. Therefore, large ground-based telescopes are used, which have better resolution, but also lose access to a large part of the sky and lose accuracy due to atmospheric effects. Balloons are used to avoid this influence, but such missions do not last long and are quite risky for the equipment [6].

Among the current missions, there are satellite missions such as Planck and WMAP, experiments conducted using balloons (EBEX and SPIDER), and also experiments based on the surface of the Earth. Perhaps the most well-known and significant is the Planck mission, as this satellite has provided an enormous amount of data published in the 2013, 2015, and 2018 data releases. Most modern experiments are conducted using bolometers, and interferometers are also employed.

The tasks of modern research on cosmic microwave background radiation include studying the epochs of reionization and recombination, investigating the properties of neutrinos, gravitational lensing, and our Galaxy. These studies may provide answers to questions about how the Universe began, the nature of dark matter and dark energy, how cosmic dawn occurred, and many others [5].

Literature

1. G. Gamow Erratum: Expanding Universe and the Origin of Elements Phys. Rev. 70, 572-573 (1946)
2. R. A. Alpher, H. Bethe, G. Gamow, The Origin of Chemical Elements Phys. Rev. A 73, 803 (1948).
3. A.A. Penzias, and R.W. Wilson, A Measurement of Excess Antenna Temperature at 4080 Mc/s. The Astrophysical Journal, 142, 419-421, (1965) https://doi.org/10.1086/148307
4. Як влаштовано Всесвіт. Вступ до сучасної космології. [Текст]: Сергій Парновський, Олексій Парновський. – Львів: Видавництво Старого Лева, 2018. – 248 с.
5. Latest of the CMB. Erminia Calabrese. – Game Changers Seminar (Webinar). Captivating Cosmology: From the Big Bang to Tomorrow, 2022.
6. S. Staggs, J. Dunkley, L. Recent discoveries from the cosmic microwave background: a review of recent progress Page Reports on Progress in Physics, 81, № 4, 044901 (2018). https://doi.org /10.1088/1361-6633/aa94d5

DOI 10.70286/EOSS-31.08.2026.025.315-318

EXPERIMENTS IN OBTAINING THE HIGGS BOSON

Ivanova Iryna
PhD in Physics and Mathematics, Assistant Professor
Department of General Physics
Khalpahchi Vladyslav
Student
Faculty of Physics and Mathematics
National Technical University of Ukraine
“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Ukraine

Key words: Higgs boson, LHC, ATLAS Collaboration, CMS Collaboration, Standard Model

One of the most important parts of the Standard Model is the Brout-Englert-Higgs mechanism, which involves the introduction of a scalar Higgs field with a non-zero vacuum expectation value as a result of spontaneous symmetry breaking. Through interaction with this field, elementary particles acquire non-zero masses. Additionally,

through quantum excitations of the Higgs field, a new particle emerges—the Higgs boson [1].

Until recently, there was no experimental confirmation of the existence of the Higgs boson. This was due to the requirement of a high-energy accelerator with significant luminosity for its discovery. To detect it, the Large Hadron Collider (LHC) was constructed at the European Organization for Nuclear Research (CERN, Switzerland)[2] . On July 4, 2012, at a special seminar at CERN, representatives from the two largest experimental groups at the LHC, ATLAS and CMS, announced the results of their data analysis, which allowed them, independently of each other, to declare the discovery of a new particle with a mass of 125 GeV, whose properties align with the predicted characteristics of the Higgs boson. A year later, in 2013, François Englert and Peter Higgs were awarded the Nobel Prize in Physics for their theoretical mechanism developed in 1964. The confirmation of this mechanism through the discovery of the Higgs boson led to the Standard Model achieving a logical conclusion and attaining the status of a standard theory [3] .

The Englert-Brout-Higgs mechanism was created to explain the existence of masses in the gauge bosons of the weak interaction, W^± and Z bosons. The weak interaction and the symmetries of the Standard Model prohibit the existence of masses not only in W^± and Z bosons but also in fermions. In our world, these particles possess non-zero masses; therefore, spontaneous symmetry breaking in the Standard Model must occur. In 1964, Englert, Brout, and Higgs considered a theory that included both scalar and vector fields [1]. According to the developed mechanism, in the ground state corresponding to the physical vacuum, all of space is filled with a homogeneous scalar field of non-zero magnitude. The presence of this field leads to spontaneous breaking of the local gauge symmetry of the physical fields. Interaction with this field results in the splitting of the unified electroweak theory into quantum electrodynamics and the theory of weak interaction, creating mass for fundamental particles that initially had no mass [1]. A remarkable outcome of Englert, Brout, and Higgs was the demonstration that symmetry breaking automatically leads to the emergence of mass in a spin-1 particle—the quantum of the vector field.

Later, a generalization of the Englert-Brout-Higgs mechanism was undertaken by physicist Sheldon Lee Glashow and completed by Steven Weinberg and Abdus Salam, which included the incorporation of fermions into the theory and their interaction with the symmetry-breaking scalar field, leading to mass generation in fermions [3].

The first direct indications of the existence of a new boson were obtained back in December 2011 in experiments conducted by ATLAS and CMS at the Large Hadron Collider (LHC) at CERN [3].

The Large Hadron Collider (LHC) is a superconducting accelerator situated underground. Its ring length is 27 km. It consists of superconducting magnets that keep protons within this ring. The design energy of the LHC is 14 TeV. This is the maximum energy achieved during proton-proton collisions. The energy of a quark-quark collision is approximately six times lower; thus, the actual energy scale studied at the LHC is 2–3 TeV.

At the Large Hadron Collider, there are two large experiments (ATLAS and CMS) and two medium-sized experiments (ALICE and LHCb), as well as several smaller-scale experiments. Each of the large and medium detectors is located in a specially designated underground hall. Each detector was created by a separate collaboration—a group of scientists and engineers. This same group controls the experiment and processes the data obtained [4].

The detectors are arranged according to a classical scheme: at the centre are tracking detectors for measuring particle trajectories, followed by calorimeters for measuring particle energies, and outside are special detectors for registering muons. All of this is immersed in a strong magnetic field directed along the axis of the beams, which distorts the trajectories of the particles and allows for the measurement of their momentum distortion.

ATLAS and CMS are multi-purpose detectors—the Higgs boson was discovered in these detectors. They are designed to study any processes involving high-energy particles. However, their designs differ significantly: ATLAS has unprecedentedly large dimensions with a moderately strong magnetic field, while CMS is of moderately large size but generates a very strong magnetic field. In both cases, the trajectories of the particles manage to bend by approximately the same amount, so the efficiency of their measurement should be roughly the same in both experiments [4,5].

During the collider session Run 1 in 2011-2012, physicists faced a single main task: to detect the Higgs boson, determine its mass, and identify decay channels. This task was accomplished by the physicists from the ATLAS and CMS experiments, announcing the discovery of the boson on 4 July 2012. In that session, the Higgs boson manifested in two decay channels:

$$H \to \gamma\gamma,\ H \to Z^0 + Z^0 \quad (1)$$

Later, other production and decay channels of the boson were established. In more than half of the cases, the Higgs boson decays into a pair of b-quark and b-antiquark:

$$H \to b\bar{b} \quad (2)$$

With a probability of 6%, the Higgs boson decays into a pair of fairly heavy τ-leptons:

$$H \to \tau^+\tau^- \quad (3)$$

Two out of every thousand Higgs bosons decay into two photons:

$$H \to \gamma\gamma \quad (4)$$

One in ten thousand Higgs bosons decays into two e^+e^- and/or $\mu^+\mu^-$ pairs.

$$H \to ZZ^* \to 4l \quad (5)$$

l represents one of the leptons $e^{\pm}$, $\mu^{\pm}$.

Also known is the decay:

$$H \to WW^* \to lvlv \quad (6)$$

v – being an electron or muon neutrino.

Based on the available experimental data, a lower limit can be established on the lifetime of the Higgs boson:

$$\tau_H > 10^{-24}\ c \quad (7)$$

This prediction is consistent with the Standard Model. Nevertheless, there remains significant scope for investigation: it is necessary to verify other yet unconfirmed decays, their probabilities, and compare them with predictions from various theories, some of which extend beyond the Standard Model. An important question is the interaction of the Higgs boson with itself. It is precisely due to the non-trivial interaction of the Higgs field with itself that a phase transition occurred in the early Universe, the Higgs mechanism was "switched on," and particles acquired mass.

At this stage, based on experimental data, it can be stated that there are no significant deviations from the predictions of the Standard Model in the study of the Higgs boson, and the minimal Higgs mechanism is realised.

On 5 July 2022, the LHC began the Run 3 session, which will last for about three years, after which the LHC will be radically upgraded and will be renamed the HL-LHC (High Luminosity Large Hadron Collider). The rate of data collection will increase severalfold, and the collider will operate in this mode for decades to come. During this time, approximately 20 times more data will be accumulated than has been collected so far. Rare processes involving the Higgs boson, which are barely noticeable at present statistics, will be reliably discovered and measured after processing all the data. However, the existence of the Higgs boson only answers the question of how elementary particles acquire mass, but does not actually explain the values of those masses. [4,5]

Literature

1. Higgs, P. W. Broken symmetries, massless particles and gauge fields, Physics Letters, 12, № 2, p. 132-133 (1964) doi: 10.1016/0031-9163(64)91136-9
2. The ATLAS Collaboration et al. A Particle Consistent with the Higgs Boson Observed with the ATLAS Detector at the Large Hadron Collider. Science 338,1 576-1582 (2012). DOI:10.1126/science.1232005.
3. Search for the Standard Model Higgs boson at LEP, Physics Letters B, 565, 61-75, (2003). https://doi.org/10.1016/S0370-2693(03)00614-2.
4. The ATLAS Collaboration. A detailed map of Higgs boson interactions by the ATLAS experiment ten years after the discovery, Nature, 607, 52–59 (2022). https://doi.org/10.1038/s41586-022-04893-w
5. The CMS Collaboration. A portrait of the Higgs boson by the CMS experiment ten years after the discovery, Nature, 607, 60–68 (2022). https://doi.org/10.1038/s41586-022-04892-x

Section: Politics and Sociology

DOI 10.70286/EOSS-31.08.2026.026.319-323

ПОЛІТИЧНА ВЛАДА В СУСПІЛЬСТВІ: ВІД ПРИМУСУ ДО ЛЕГІТИМНОГО ПАНУВАННЯ

Урбан Володимир Анатолійович
незалежний дослідник, підприємець
Україна

Політична влада належить до ключових категорій політології, оскільки через неї розкривається здатність суб'єктів політики впливати на поведінку інших, ухвалювати загальнообов'язкові рішення та підтримувати певний суспільний порядок. Водночас зведення влади лише до примусу є недостатнім: стійке політичне панування потребує не тільки ресурсів впливу, а й визнання права влади встановлювати правила. М. Вебер у праці «Politics as a Vocation» визначав сучасну державу через її претензію на монополію легітимного застосування фізичного примусу в межах певної території [1]. У цьому визначенні принциповим є саме поєднання примусу з легітимністю: держава відрізняється від інших носіїв сили не самим фактом наявності засобів примусу, а суспільно та інституційно визнаним правом застосовувати їх у встановлених межах.

Метою дослідження є розкриття сутності політичної влади через порівняння основних теоретичних підходів та визначення ролі легітимності у переході від ситуативного примусу до стійкого політичного панування. Владу доцільно розглядати як сукупність взаємопов'язаних механізмів: впливу на рішення, контролю над політичним порядком денним, формування переваг, інституційного підпорядкування та добровільного визнання авторитету. Це пояснює, чому політична система може одночасно спиратися на право, переконання, організаційні ресурси та можливість примусу.

Одне з найвідоміших операціональних визначень влади запропонував Р. Даль. Він розглядав владу як відношення між суб'єктами, за якого один учасник здатний домогтися від іншого поведінки, якої той за інших умов не здійснив би [2]. Перевагою такого підходу є його придатність для аналізу конкретних політичних рішень: можна досліджувати, хто ініціює рішення, хто чинить опір, які ресурси використовуються та чия позиція зрештою переважає. Водночас така модель найкраще фіксує видиму частину влади — відкритий конфлікт навколо вже сформульованого питання. У реальній політиці вплив часто починається раніше, ще на етапі визначення того, які питання взагалі стануть предметом публічного рішення.

Саме цю проблему розвинули П. Бахрах і М. Барац у концепції «двох облич влади». Вони показали, що влада проявляється не лише у прийнятті рішень, а й у здатності обмежувати порядок денний, не допускаючи певні вимоги або конфлікти до стадії відкритого політичного розгляду [3]. Такий підхід істотно розширює розуміння політичного впливу. Якщо суб'єкт здатний визначати межі допустимої дискусії, правила доступу до інституцій або коло питань, які визнаються політично значущими, він може зберігати перевагу навіть без прямого наказу. Отже, відсутність видимого конфлікту ще не означає відсутності владних відносин.

Ще ширше владу інтерпретує С. Лукс, який розробив тривимірний підхід до її аналізу. На додаток до контролю над рішеннями та порядком денним він звертає увагу на здатність впливати на формування самих потреб, переваг та уявлень людей про власні інтереси [4]. У цьому випадку влада може діяти без відкритого примусу і навіть без усвідомленого конфлікту між сторонами. Політичний порядок стає стійкішим, коли певні норми сприймаються як природні, безальтернативні або такі, що відповідають загальному інтересу. Звідси випливає важливий висновок: найефективніша влада не завжди є тією, яка найчастіше демонструє можливість покарання; значно стійкішим може бути вплив, за якого необхідність прямого примусу виникає рідко.

Принципове розмежування влади і насильства здійснила Г. Арендт у праці «On Violence». Для неї влада виникає зі здатності людей діяти спільно та зберігається доти, доки існує підтримка групи, тоді як насильство має інструментальний характер і може руйнувати владу, але не здатне саме по собі створити тривалий політичний порядок [5]. Така позиція дозволяє інакше оцінити співвідношення примусу та політичної стійкості. Засоби примусу можуть забезпечити негайне підкорення, однак вони не тотожні суспільній підтримці. Чим більше політичний порядок залежить виключно від примусових механізмів, тим гострішим стає питання про його здатність відтворювати власну легітимність без постійного підвищення витрат на контроль.

Інший напрям аналізу запропонував М. Фуко, який відмовлявся розглядати владу лише як ресурс, сконцентрований у руках держави або окремої еліти. У статті «The Subject and Power» владні відносини постають як спосіб дії одних суб'єктів на можливі дії інших; при цьому там, де існує влада, зберігається простір реакції, спротиву та альтернативної поведінки [6]. Це зміщує увагу з питання «хто володіє владою?» до питання «як саме влада здійснюється?». Політичні інститути, правові норми, адміністративні процедури, дисциплінарні практики та суспільні очікування можуть одночасно бути каналами владного впливу. Тому політична влада є не лише вертикальним наказом, а й системою відносин, яка відтворюється через повсякденні правила та практики.

Попри відмінності між цими підходами, вони сходяться в одному: для тривалого існування політичного порядку недостатньо самої можливості змусити до підкорення. Особливого значення набуває проблема легітимного панування. У «Economy and Society» М. Вебер розрізняє три чисті типи

легітимного панування — раціонально-легальне, традиційне та харизматичне [7]. У першому випадку підкорення пов'язане з вірою в законність установлених правил і повноважень посадових осіб; у другому — з авторитетом усталеної традиції; у третьому — з визнанням виняткових якостей конкретного лідера. Ця типологія показує, що одна й та сама зовнішня поведінка — виконання розпорядження — може мати різні підстави, а отже, різною буде і стійкість самого владного відношення.

Проблему легітимації влади системно розвиває Д. Бітем. Його праця «The Legitimation of Power» присвячена критеріям легітимності, нормативній структурі легітимного порядку та потребі влади в легітимації [8]. Важливість такого підходу полягає в тому, що легітимність не варто зводити до простої наявності покори. Люди можуть виконувати вимоги через страх санкції, матеріальну залежність, звичку або відсутність альтернатив, але ці мотиви не є тотожними переконанню у правомірності влади. Отже, для політологічного аналізу принципово розрізняти фактичну слухняність і нормативне визнання права на управління.

Зв'язок легітимності зі стабільністю політичної системи простежується й у класичному дослідженні С. М. Ліпсета. Аналізуючи соціальні передумови демократії, він розглядав ефективність і легітимність як окремі, але взаємопов'язані характеристики політичного порядку [9]. Ефективна влада здатна виробляти рішення та досягати результатів, однак цього недостатньо, якщо значні групи населення не визнають самі інститути політичного режиму правомірними. І навпаки, високий рівень нормативної підтримки може певний час компенсувати окремі невдачі політики. Звідси випливає, що стійкість влади визначається не лише її спроможністю діяти, а й здатністю підтримувати переконання у прийнятності правил, за якими вона діє.

Сучасні емпіричні дослідження підтверджують значення саме добровільного визнання політичної влади. М. Леві, А. Сакс і Т. Тайлер пов'язують легітимність із відчуттям обов'язку підкорятися владі та показують роль довіри до уряду і процедурної справедливості у формуванні готовності громадян дотримуватися правил [10]. Це має принципове значення для розуміння відмінності між примусом і легітимним пануванням. Якщо правила сприймаються як справедливі, а інститути - як такі, що заслуговують на довіру, політична система менше залежить від постійного зовнішнього контролю. Легітимність у цьому сенсі стає своєрідним ресурсом влади, який знижує необхідність прямого примусу та робить виконання рішень більш передбачуваним.

Узагальнення розглянутих підходів показує, що політична влада має багатовимірний характер. Вона проявляється не лише у здатності безпосередньо впливати на поведінку інших, а й у можливості визначати порядок денний, встановлювати правила участі у прийнятті рішень та впливати на формування суспільних уявлень про прийнятне й бажане. Водночас влада набуває більш стійкого характеру, коли закріплюється в політичних інститутах, правових

нормах і усталених практиках взаємодії. Її тривале функціонування, однак, залежить не тільки від наявності ресурсів і механізмів примусу, а й від того, наскільки встановлений порядок та повноваження його інститутів визнаються суспільством правомірними.

Такий підхід дозволяє уникнути двох крайнощів. Політичну владу не можна романтизувати як виключно добровільну координацію: держава зберігає можливість примусового забезпечення правових норм. Водночас влада не зводиться до страху перед санкцією, оскільки складна політична система не здатна контролювати кожну дію лише примусовими засобами. Реальний порядок функціонує завдяки поєднанню інституційних правил, авторитету, переконання, суспільних очікувань, ресурсів та резервної можливості примусу. Співвідношення цих елементів визначає характер конкретного режиму.

Отже, політична влада є багатовимірним явищем, що охоплює не лише здатність нав'язати рішення, а й можливість визначати політичний порядок денний, формувати переваги, організовувати інституційні відносини та забезпечувати суспільне визнання прийнятих правил. Примус залишається одним із ресурсів політики, проте сам по собі він не створює стійкого панування. Перехід від примусу до легітимного панування відбувається тоді, коли підкорення підтримується не лише загрозою санкції, а й переконанням у правомірності інститутів, процедур та повноважень. Саме тому довготривала політична стабільність залежить не від максимальної демонстрації сили, а від здатності влади перетворити формальне право на управління на суспільно визнаний авторитет. У цьому сенсі легітимність є не другорядним доповненням до політичної влади, а однією з головних умов її стійкості та відтворення.

Список використаних джерел

1. Weber M. Politics as a Vocation. From Max Weber: Essays in Sociology / trans. and ed. by H. H. Gerth, C. Wright Mills. New York : Oxford University Press, 1946. P. 77–128. URL: https://archive.blogs.harvard.edu/guorui/files/2007/11/weber.pdf (дата звернення: 26.08.2026).
2. Dahl R. A. The Concept of Power. Behavioral Science. 1957. Vol. 2, No. 3. P. 201–215. DOI: 10.1002/bs.3830020303.
3. Bachrach P., Baratz M. S. Two Faces of Power. American Political Science Review. 1962. Vol. 56, No. 4. P. 947–952. DOI: 10.2307/1952796.
4. Lukes S. Power: A Radical View. 2nd ed. London : Palgrave Macmillan, 2005. DOI: 10.1007/978-0-230-80257-5.
5. Arendt H. On Violence. New York : Harcourt, Brace & World, 1970. 106 p. URL: https://books.google.com/books?id=FidmAAAAIAAJ (дата звернення: 26.08.2026).
6. Foucault M. The Subject and Power. Critical Inquiry. 1982. Vol. 8, No. 4. P. 777–795. DOI: 10.1086/448181.
7. Weber M. Economy and Society: A New Translation / trans. by K. Tribe. Cambridge, MA : Harvard University Press, 2019. DOI: 10.4159/9780674240827.

8. Beetham D. The Legitimation of Power. London : Macmillan, 1991. 267 p. DOI: 10.1007/978-1-349-21599-7.
9. Lipset S. M. Some Social Requisites of Democracy: Economic Development and Political Legitimacy. American Political Science Review. 1959. Vol. 53, No. 1. P. 69–105. DOI: 10.2307/1951731.
10. Levi M., Sacks A., Tyler T. Conceptualizing Legitimacy, Measuring Legitimating Beliefs. American Behavioral Scientist. 2009. Vol. 53, No. 3. P. 354–375. DOI: 10.1177/0002764209338797.

Section: Psychology

DEVELOPING THE LEADERSHIP SKILLS OF FUTURE NURSES

Naila Salmanova
Baku Base Medical College No. 2
Doctor-educator, clinical psychologist,
Official member of APA
Baku, Azerbaijan
orcid id: https://orcid.org/0009-0006-2425-7523

Annotation. The article examines the importance of leadership qualities in the professional activity of a nurse. Special attention is paid to the formation of leadership competencies among medical college students during their professional training. The main qualities necessary for a future nurse are considered: responsibility, sociability, initiative, decision-making ability, organization, ability to work in a team and resolve conflict situations. The theoretical part of the study is complemented by a practical study of the attitude of medical college students to leadership.

Keywords: leadership, nurse, nursing, medical college students, leadership skills, professional competence, communication, teamwork.

A modern nurse is an important participant in the treatment and diagnostic process. Her professional activity involves not only performing medical manipulations and providing patient care, but also constant interaction with patients, their relatives, doctors and other medical professionals. In this regard, the professional competence of a nurse includes the ability to communicate effectively, work in a team, make decisions, take the initiative, organize their own activities and be responsible for the results of professional work.

In modern research, leadership in nursing is considered as one of the components of the professional training of future nurses. Review by Abdul-Rahim et al. (1) Highlights communication, mentoring, self-awareness, strategic planning, and decision-making as significant leadership and management skills of nursing students. A systematic review by Akdeniz and Duygulu (2), which included 19 studies, showed the positive impact of educational interventions on the development of leadership competencies of nursing students.

Special attention in modern literature is paid to educational approaches that allow developing leadership skills directly in the process of professional training. A systematic review by Mohammadpourhodki and Heshmati Nabavi (7) showed that the development of student leadership is facilitated by the integration of relevant programs into the curriculum, special courses, interactive educational methods and learning models involving active student participation. Scientific review by Costa et al. (3), which included 25 studies, highlights the need for consistent and systematic leadership

development starting from the early stages of learning and using student-centered pedagogical approaches.

The importance of developing the professional potential of nurses is also emphasized by international organizations. The World Health Organization (9) considers investments in nursing education, professional development and leadership as important areas for strengthening the nursing workforce and the health system as a whole

Modern educational approaches to the leadership development of nursing students involve the use of active and practice-oriented teaching methods. These include teamwork, modeling professional situations, project activities, practical exercises, and other forms that enable the application of leadership skills in conditions close to professional activity (5, 7).

Miles and Scott (6) and Stanley et al. (8) In their research, they considered the issues of formation of leadership competencies of students of nursing specialties and emphasized the importance of professional training at the training stage. The authors note that leadership development should include not only theoretical training, but also practical educational forms aimed at developing communication, teamwork, decision-making and professional responsibility.

It is advisable to begin the formation of leadership competencies during the period of professional training. Students' preparation for leadership activities should include not only theoretical study of the fundamentals of leadership, but also practical forms of education that allow them to develop communication skills, teamwork, decision-making and professional responsibility (6, 7).

Russian studies also consider leadership as an important component of a nurse's professional activity. In the Russian literature, attention is paid to the role of leadership qualities in the management of nursing staff, professional and applied training and professional development of nurses (10,11,12).

Thus, modern nurse training involves the development of not only professional knowledge and clinical skills, but also the ability to effectively interact with members of the medical team, organize joint activities, make decisions and take professional initiative.

For Azerbaijan, the development of nursing education and the enhancement of the professional potential of nurses is also an urgent area. An important event in the development of professional cooperation was the holding of the First International Scientific and Practical Conference on Nursing and Midwifery of the Organization of Turkic States member States in Baku on November 27, 2025 (13, 14). The conference was held with the support of the Ministry of Health of the Republic of Azerbaijan and with the organization of the 2nd Baku Basic Medical College. Issues related to the development of nursing education, the improvement of professional training, innovative and simulation training methods, as well as the formation of practical competencies of medical specialists were discussed. Proceedings of the First International Scientific and Practical Conference

The holding of this event demonstrates the development of professional and scientific cooperation in the field of nursing and the creation of conditions for improving the training of nurses. At the same time, the issues of leadership

development among students of medical colleges in Azerbaijan remain insufficiently studied. This determines the need to study students' ideas about leadership, their self-assessment of leadership abilities and attitudes towards various forms of leadership competence development.

These events have shown that studying the leadership qualities of medical college students is of both theoretical and practical importance for improving the professional training of future nurses.

In nursing, leadership can manifest itself regardless of the position held. A nurse performs leadership functions in organizing patient care, coordinating the actions of team members, making decisions within professional competence, resolving conflict situations, interacting with doctors and supporting colleagues. The main leadership qualities of a future nurse include responsibility, sociability, initiative, organization, teamwork, emotional stability, the ability to make decisions and resolve conflict situations.

Clinical practice is of particular importance, since it is in a real professional environment that a student gets the opportunity to apply communication, planning, teamwork, and decision-making skills.

Thus, the analysis of scientific literature allows us to consider leadership as an important component of the professional competence of a future nurse. At the same time, the development of leadership skills is most effective when combining theoretical training with practical activities, during which the student gets the opportunity to take the initiative, interact with team members, make decisions and be responsible for the result.

Taking into account the stated provisions, an empirical study was conducted aimed at studying the ideas of medical college students about the importance of leadership, assessing their own leadership and communication abilities, as well as determining the most significant, in their opinion, qualities and forms of leadership competence development.

An anonymous survey was conducted to study the students' attitude to leadership. 52 students of the specialty "Nursing" of the medical college participated in the study.

The purpose of the survey was to identify students' ideas about the importance of leadership qualities in the professional activities of a nurse, assess their own leadership abilities and identify the most sought-after forms of leadership competence development.

The questionnaire included questions on the importance of leadership for the nursing profession, self-assessment of leadership qualities, the ability to organize group work, express one's own opinion, take responsibility for the result of joint activities, as well as assessment of communication skills. In addition, students' opinions on the most important qualities of a nurse and effective forms of leadership skills development were studied. The results were processed using descriptive statistics. For each indicator, the absolute number of responses (n) and percentage (%) were determined.

Analysis of the survey results showed that the vast majority of respondents (88.5%) consider leadership skills as an important component of the professional activity of a nurse. At the same time, 65.4% of the study participants identify themselves as leaders, while 34.6% do not consider themselves to belong to this category or have difficulty assessing their own leadership abilities (Table 1).

Table 1. The main results of the assessment of students' leadership competencies (n=52)

Indicator	n %
They consider leadership qualities important for the profession of a nurse	46 (88,5%)
They consider themselves a leader, or rather a leader.	34 (65,4%)
They know how to organize the work of a group	25 (48,1%)
They easily express their opinions in front of a group	31 (59,6%)
We are ready to take responsibility for the result of group work	29 (55,8%)
They rate their communication skills highly.	27 (51,9%)
Would you like to participate in leadership development classes/trainings	38 (73,1%)

The resulting ratio indicates that there is a certain discrepancy between the awareness of the professional importance of leadership and the subjective confidence of students in the realization of their own leadership role. According to the survey results, students consider responsibility to be the most important quality of a nurse (86.5%).

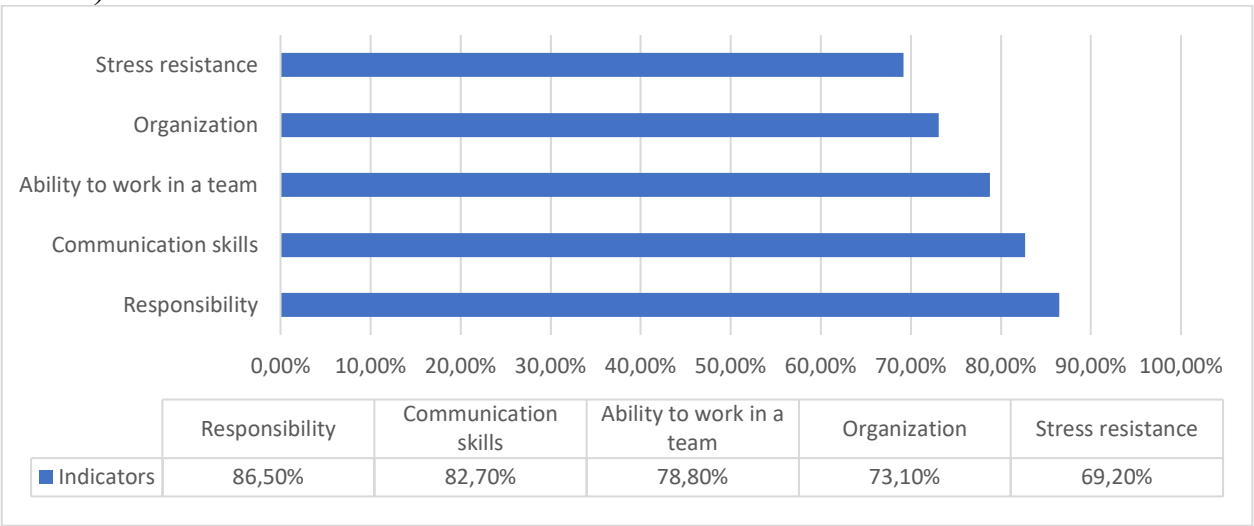


Diagram 1. The most significant qualities of a nurse according to students (n=52)

Communication skills (82.7%) and teamwork skills (78.8%) also occupy high positions. Organization and stress tolerance were noted by 73.1% and 69.2% of respondents, respectively, which is reflected in Figure 1.

Thus, in the students' minds, the leadership of a nurse is primarily associated with responsibility, effective interaction with others, and the ability to work in a team.

Table 2. Forms of leadership competence development according to students

The method of development	n (%)
Teamwork	43 (82,7)
Practice in a medical organization	41 (78,8)
Practical exercises	39 (75,0)
Trainings	37 (71,2)
Participation in projects	35 (67,3)

Consideration of the forms of leadership competence development revealed the following results (Table 2.). Most often, students noted teamwork (82.7%) and practice in a medical organization (78.8%) as forms contributing to the development of

leadership competencies. Practical exercises were noted by 75.0% of respondents, trainings — 71.2%, participation in projects — 67.3%. The results show that students primarily associate leadership development with practice-oriented and interactive forms of learning that allow them to apply leadership skills in interaction with other participants in the educational and professional process.

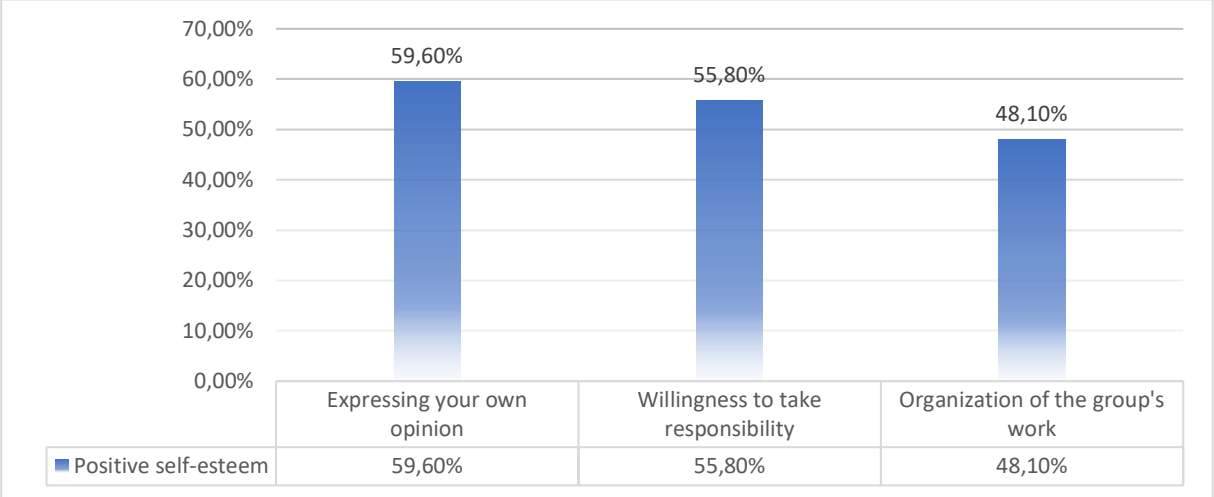


Diagram 2. Students' self-assessment of practical leadership skills

A comparison of self-assessment indicators of practical leadership skills (Chart 2.) shows that students most confidently assess the ability to express their own opinion in front of a group (59.6%). The indicator of willingness to take responsibility for the result of group work is slightly lower (55.8%), and the lowest value is noted in relation to the ability to organize the work of a group (48.1%).

This may indicate the need for further development of students' skills in organizing joint activities, taking responsibility and practical application of leadership strategies. Based on the results of the student survey, the following conclusions can be drawn:

➢ The majority of students (88.5%) are aware of the importance of leadership qualities for the professional activity of a nurse, which indicates a well-formed understanding of the role of leadership in the future profession.

➢ At the same time, 65.4% of students positively assess their own leadership position. Thus, a certain discrepancy is revealed between understanding the importance of leadership and confidence in one's own leadership abilities.

➢ Students consider responsibility (86.5%), sociability (82.7%), teamwork (78.8%), organization (73.1%) and stress tolerance (69.2%) to be the most significant qualities of a nurse.

➢ When assessing practical leadership skills, the highest indicator was noted in terms of the ability to express one's own opinion in front of a group (59.6%), while the ability to organize group work was rated lower (48.1%).

➢ The majority of students are interested in further developing their leadership skills: 73.1% would like to participate in special classes and trainings.

➢ Among the forms of leadership development, students most often noted teamwork (82.7%), practice in a medical organization (78.8%), practical exercises (75.0%), trainings (71.2%) and participation in projects (67.3%).

Thus, the results of the study show that students generally understand the importance of leadership for their future professional activities, but they need to create additional opportunities for the practical formation and consolidation of leadership competencies. The conducted research made it possible to evaluate students' ideas about the importance of leadership in the professional activities of a nurse, as well as their self-assessment of leadership, communication and organizational abilities.

The results obtained indicate a fairly high interest of students in the leadership component of the profession and their willingness to develop relevant competencies. At the same time, the revealed difference between a high assessment of the importance of leadership and a more moderate confidence of students in their own practical leadership abilities indicates the need for further improvement of educational training in this area. It is advisable to pay special attention to the development of teamwork skills, group organization, decision-making, responsibility and effective communication.

The inclusion of elements of leadership training in the educational process can contribute to the formation of professional independence among future nurses, the ability to effectively interact with colleagues and patients, make responsible decisions and organize joint activities. Based on the results obtained, we have prepared some practical recommendations:

❖ Include special classes in the educational process aimed at developing students' leadership skills;

❖ Expand the use of business and role-playing games to simulate professional situations;

❖ Apply situational tasks and cases related to decision-making, assignment of responsibilities, and conflict resolution;

❖ Use team projects more often, in which students take turns as team leaders.;

❖ Develop public speaking and professional communication skills;

❖ Use trainings on self-confidence, responsibility and conflict management;

❖ actively link the development of leadership skills with practice in medical organizations;

❖ to provide students with opportunities for independent organization of group activities and decision - making;

❖ To conduct repeated questionnaires after the implementation of educational activities to assess the dynamics of leadership competencies.

Thus, the development of leadership competencies of nursing students should be considered as an important component of their professional training, combining theoretical understanding of leadership with practical experience in teamwork, decision-making and responsibility for the results of joint activities.

Reference

1. Abdul-Rahim H. Z., Sharbini S. H., Ali M., Hashim S. H., Abdul-Mumin K. H. Leadership and management skills for student nurses: a scoping review // BMC Nursing. 2025. Vol. 24. Article 111.
2. Akdeniz C., Duygulu **S.** Systematic Review on Characteristics and Effects of Leadership Development Interventions for Nursing Students // Nurse Educator. 2024. Vol. 49, No. 3. P. E147–E152
3. Costa P., Sousa J.P., Nascimento T., Cruchinho P., Nunes E., Gaspar F., Lucas P. Leadership Development in Undergraduate Nursing Students: A Scoping Review // Nursing Reports. 2025. Vol. 15, No. 5. Article 160.
4. Conner T., Allan J., Annesley S., et al. Leadership competences in undergraduate nurse education: Scale development and model testing // Nurse Education in Practice. 2025. Vol. 87. Article 104440.
5. Leal L.A., Cassiano C., Cruchinho P., Nunes E., Lucas P., Teixeira G., Henriques S.H. Strategical Pedagogy for the Development of Socio-Emotional Competences in Nursing Students // Nursing Reports. 2024. Vol. 14, No. 4. Article 208.
6. Miles J. M., Scott E. S. A New Leadership Development Model for Nursing Education // Journal of Professional Nursing. 2019.
7. Mohammadpourhodki R., Heshmati Nabavi F. A Systematic Review of Interventions Aiming to Promote Leadership Skills among Nursing Students: From In-Class Strategies to Curriculum Revisions // Journal of Advances in Medical Education & Professionalism. 2025. Vol. 13, No. 2. P. 83–92.
8. Stanley D., et al. Learning to lead: A scoping review of undergraduate nurse education // Journal of Nursing Management. 2020.
9. World Health Organization**.** State of the World's Nursing 2020: Investing in Education, Jobs and Leadership. Geneva: World Health Organization, 2020.

In Russian

10 Биненко Е.В. Лидерство в сестринском деле: ключ к качеству ухода и профессиональному развитию // Медсестра. 2024.
11 Калинченко Е.И., Ушакова И.А., Скворцов В.В**.** Профессионально-прикладная подготовка медицинских сестер // Медицинская сестра. 2020. № 5, с. 19–23.
12. Косцова Н.Г., Свиридова Т.Б., Ганеев К.А. Роль лидерства в управлении средним медицинским персоналом // Медицинская сестра. 2019. Т. 21. № 6. С. 52–56.

Online resources

13. https://sehiyye.gov.az/media/xeberler-ve-yenilikler/s-hiyy-naziri-turk-dovl-tl-ri-t-skilatina-uzv-olk-l-rin-tibb-bacisi-v-mamaliq-sah-l-ri-uzr-i-beyn-lxalq-elmi-praktik/
14. https://2bbtk.com/turk-dovl%C9%99tl%C9%99ri-t%C9%99skilatina-uzv-olk%C9%99l%C9%99rin-tibb-bacisi-v%C9%99-mamaliq-sah%C9%99l%C9%99ri-uzr%C9%99-i-beyn%C9%99lxalq-elmi-praktik-konfransi-2/

THE ROLE OF CRITICAL DISCURSIVE PSYCHOLOGY IN SOCIAL RESEARCH

Butko Natalia
Lecturer
Butko Oleksandra
Lecturer
Department of Germanic Philology
Faculty of Romance and Germanic Philology
Borys Grinchenko Kyiv Metropolitan University,
Ukraine

Abstract

This paper examines the paradigm shift from traditional cognitivist frameworks to Critical Discursive Psychology (CDP). Drawing on social constructionist foundations, it argues that psychological phenomena, such as memory, identity, and attribution, are best understood as discursive practices situated within social interaction. By integrating the interactional focus of Discursive Psychology (DP) with the structural insights of Foucauldian Discourse Analysis (FDA), CDP provides a methodology for uncovering how individuals negotiate social actions, manage stake, and construct versions of reality (Budds et al., 2017).

1. Introduction

The emergence of discursive approaches in social psychology was a response to the "crisis in social psychology" during the 1960s and 1970s. Critics argued that traditional experimental methods were overly individualistic and failed to account for the cultural and historical contexts of human behaviour (Budds et al., 2017). This led to a "turn to language," where language is no longer viewed as a neutral window into a hidden mind, but as a constructive tool implicated in the creation of social and psychological experience (Aggarwal, 2016).

Mainstream cognitivism operates on a threefold ontology of identity, mind, and reality, treating internal mental states as the primary drivers of behaviour. In contrast, discursive psychology inverts this model, treating activity as primary and reality/cognition as secondary constructions produced through talk (Edwards& Potter, 2019; Potter et al., 1993). The critical discursive approach specifically reconciles the agency-focused work of DP with the power-focused analysis of FDA, addressing both the peculiarities of talk and the broader societal meaning systems that constrain it (Budds et al., 2017).

	FDA	DP	CDP
Focus	Macro / Power	Micro / Action	Macro to Micro Loop
View of the Subject	Passive / Constrained	Active / Agentic	Positioned yet Agentic
View of Language	Constitutive (Shapes reality)	Constructive (Builds reality)	Constitutive & Constructive
Analytical Goal	Mapping Power	Mapping Action	Mapping Lived Ideology

Figure 1. The Discursive Divide & The CDP Bridge

2. Methods

CDP methodology is defined by several core principles and a systematic analytic process. Analysis is guided by nine points focusing on action orientation, the management of stake and interest, and the construction of accountability (Potter et al., 1993). Queries must shift from "what people think" to "how people accomplish" specific social acts, such as justifying, blaming, or persuading (Budds et al., 2017; Goodman, 2017).

Analysts favour naturally occurring talk – recorded and transcribed records of life's actual activities – over contrived experimental data (Potter et al., 1993). Data is typically transcribed using the Jeffersonian convention, which records interactional details like pauses, overlaps, and intonation (Goodman, 2017). The researcher identifies interpretative repertoires (culturally available ways of talking), ideological dilemmas (competing common-sense understandings), and subject positions (identities made available within a discourse) (Budds et al., 2017).

Conducting a psychological discourse analysis requires a rigorous eight-point process:

1. Define the Question: Focus on action, not cognition. Ask: How do people justify X? Never ask: "What are people's true attitudes about Z?"

2. Select Data Sources: Choose interactions like televised debates, counseling sessions, or mundane conversation.

3. Generate the Corpus: Establish clear criteria for inclusion. Volume matters less than relevance and rationale.

4. Transcribe: Transcription is the first stage of analysis: you are already mapping the action. Use Jeffersonian conventions. Capture pauses, emphasis, and overlapping talk.

5. Preliminary Reading: Search exclusively for the action orientation. Note what the text is accomplishing.

6. Generate Results: Isolate discursive devices, Interpretative Repertoires, Ideological Dilemmas, and Subject Positions.

7. Build the Case: Select the strongest extracts. Describe the action orientation using active verbs.

8. Write the Report: Replace cognitive variables with discursive strategies. Demonstrate how social business is achieved extract by extract (Goodman, 2017).

3. Results

Empirical applications of CDP reveal how psychological concepts are deployed to achieve interactional goals.

For instance, in talks about controversial social issues, speakers often use counter-dispositional formulations (e.g., "I would like to see apartheid done away with, but...") to present their conclusions as reluctantly arrived at and factually driven rather than a product of personal prejudice. Meanwhile, in couple counseling, therapists use formulations (e.g., describing a couple's situation as "rich and complicated") to maintain neutrality and transform conflicting personal accounts into a systemic, "counseling-ready" puzzle (Edwards& Potter, 2019).

Research on "older motherhood" demonstrates that women draw on "contingent" risk repertoires to resist being positioned as "at risk" due to maternal age, thereby justifying their individual life choices and timing of pregnancy (Budds et al., 2017).

Speakers utilise extreme case formulations (e.g., "every single week," "the whole time") and three-part lists to bolster the persuasiveness of their versions of events and manage their own accountability (Edwards& Potter, 2019).

4. Discussion

CDP demonstrates that mind and reality are co-constituted through discourse. By focusing on the action orientation of talk, researchers can observe how "factual" versions of the world are rhetorically organised to undermine alternatives and manage the dilemma of stake as discourse is occasioned (Potter et al., 1993). It is embedded in specific interactional sequences and rhetorical contexts. It counters potential alternative versions.

Meanwhile, talk does not just describe; it performs. Participants use discourse to agree, blame, invite, display neutrality, or construct evaluations. Furthermore, discourse is built from specific words, idioms, and rhetorical devices. In turn, these discursive assemblies construct stable versions of reality and inner life.

This approach has significant social relevance as it allows for social critique. By identifying how dominant discourses position certain groups (e.g., asylum seekers or older mothers), analysts can expose oppressive meaning systems and explore how alternative, more equitable subject positions are resisted or constructed (Budds et al., 2017).

Ultimately, CDP respecifies the psychological universe not as an internal processor, but as a continuously modulating public and private discourse (Shi-xu, 1998).

Figure 2. Discourse as an endless feedback loop between society and the speaker.

Conclusion Critical Discursive Psychology provides a powerful tool for social critique. By focusing on the discursive co-constitution of mind, it allows researchers to identify how thinking and feeling are culturally modelled and how alternative, more equitable versions of social experience can be constructed through talk.

The human experience isn't hidden behind words. It is built out of them. Language is not a passive mirror of the mind, as it predetermines our consciousness. (Lucy, 1997) It is an active, topographical construction of reality-bounded by history, but wielded by human agency. Thus, activity is primary, reality and cognition are secondary.

References

1. Aggarwal, G. (2016). Understanding discourse; from theory to method. Educational Quest: An International Journal of Education and Applied Social Sciences, 7(3), 219–224. https://doi.org/10.5958/2230-7311.2016.00042.8
2. Budds, K., Locke, A., & Burr, V. (2017). Using discourse analysis in social psychology. In J. Brooks & N. King (Eds.), Applied Qualitative Research in Psychology. Palgrave Macmillan.
3. Edwards, D., & Potter, J. (2019). Discursive psychology (Accepted Manuscript). In A. W. McHoul & M. Rapley (Eds.), Talk in Institutional Settings. Continuum International Publishing Group. https://hdl.handle.net/2134/9485
4. Foucault, M. (1982). The subject and power. Critical inquiry, 4 (8), 777-795.
5. Goodman, S. (2017). How to conduct a psychological discourse analysis. Critical Approaches to Discourse Analysis across Disciplines, 9(2), 142–153.
6. Lucy, J.A. (1997). Linguistic Relativity. Annual Review of Anthropology, 1997/26, 291-312. https://www.annualreviews.org/toc/anthro/26/1
7. Potter, J., Edwards, D., & Wetherell, M. (1993). A model of discourse in action. American Behavioral Scientist, 36(3), 383–401. https://doi.org/10.1177/0002764293036003008
8. Shi-xu. (1998, December 2–6). The discourse of mind: A Social Constructionist Linguistics outlook [Paper presentation]. American Anthropological Association 97th Annual Meeting, Philadelphia, PA, United States.

Section: Social Work and Consultation

СОЦІАЛЬНО-ПСИХОЛОГІЧНЕ КОНСУЛЬТУВАННЯ ТА КРИЗОВІ ІНТЕРВЕНЦІЇ В УМОВАХ ВІЙНИ: СУЧАСНІ ВИКЛИКИ ТА ПРАКТИЧНІ ПІДХОДИ

Мельник Юлія
старший викладач
Кафедра педагогіки, психології та соціальної роботи

Анотація. У тезах розглянуто особливості соціально-психологічного консультування та кризових інтервенцій в умовах війни. Визначено основні психологічні та соціальні виклики, з якими стикаються особистість, сім'я та громада внаслідок тривалого впливу воєнних подій. Окреслено значення психологічної підтримки, стабілізації емоційного стану, відновлення відчуття безпеки та активізації внутрішніх і зовнішніх ресурсів людини. Особливу увагу приділено принципам кризового консультування, професійній позиції фахівця та необхідності комплексного підходу до психологічної допомоги.

Ключові слова: соціально-психологічне консультування, кризові інтервенції, війна, психологічна допомога, психоемоційна підтримка, стрес, травматичний досвід, психологічна стійкість.

Введення. Сучасні воєнні реалії зумовлюють суттєві зміни у психологічному та соціальному функціонуванні особистості. Тривала небезпека, вимушене переміщення, втрата близьких, житла, роботи, звичного соціального оточення, постійна інформаційна напруга та невизначеність майбутнього створюють умови для значного психоемоційного навантаження. У таких обставинах зростає потреба у доступній, своєчасній та професійній психологічній допомозі.

Війна впливає не лише на окрему людину, а й на сімейні та соціальні взаємини. Порушення звичного способу життя може супроводжуватися підвищенням тривожності, емоційним виснаженням, дратівливістю, труднощами адаптації, почуттям безпорадності та втратою перспективи. Водночас реакції людини на кризову ситуацію є індивідуальними та залежать від попереднього досвіду, особистісних ресурсів, наявності соціальної підтримки та тривалості впливу стресогенних факторів.

У зв'язку з цим соціально-психологічне консультування набуває особливого значення як форма професійної допомоги, спрямована на підтримку людини у складних життєвих ситуаціях, пошук ресурсів, відновлення здатності до прийняття рішень і конструктивної взаємодії з оточенням. Кризові інтервенції, своєю чергою, орієнтовані на надання невідкладної психологічної підтримки особам, які переживають гостру кризу та потребують стабілізації.

Мета та задачі дослідження. Метою є теоретичне обґрунтування особливостей соціально-психологічного консультування та кризових інтервенцій в умовах війни, а також визначення основних напрямів професійної психологічної підтримки особистості.

Для досягнення поставленої мети визначено такі завдання: охарактеризувати основні психологічні наслідки тривалого воєнного стресу; визначити особливості соціально-психологічного консультування в кризових умовах; окреслити основні завдання кризових інтервенцій; визначити роль психолога у стабілізації психоемоційного стану та відновленні ресурсів особистості.

Результати дослідження і їх обговорення. Соціально-психологічне консультування в умовах війни має враховувати специфіку ситуації, у якій перебуває людина. На відміну від консультування у стабільних життєвих умовах, робота з клієнтом під час війни часто відбувається на тлі постійної невизначеності та неможливості швидко усунути джерело стресу. Тому першочерговим завданням фахівця стає не стільки пошук остаточного вирішення проблеми, скільки допомога людині у відновленні відчуття контролю над власним життям.

Важливим напрямом консультування є встановлення безпечного професійного контакту. Психолог має забезпечити прийняття, емпатійне слухання та безоцінне ставлення до переживань клієнта. Людина, яка переживає кризу, може мати труднощі з формулюванням власного запиту, послідовним описом подій або визначенням подальших кроків. Саме тому фахівцеві необхідно дотримуватися темпу клієнта, не нав’язувати готових рішень і не вимагати детального відтворення травматичних подій без відповідної потреби.

Одним із центральних завдань кризової інтервенції є стабілізація. На початковому етапі фахівець допомагає людині зорієнтуватися у ситуації, знизити рівень емоційного напруження та визначити першочергові потреби. Особливого значення набувають прості та доступні способи саморегуляції: контроль дихання, заземлення, фокусування уваги на теперішньому моменті, відновлення базового режиму сну та харчування, підтримання контакту з близькими та використання доступних соціальних ресурсів.

Кризова інтервенція також передбачає оцінювання актуального стану людини та визначення необхідного рівня допомоги. Психолог має звертати увагу на виражені прояви дезорганізації, втрату здатності функціонувати у повсякденному житті, різке погіршення емоційного стану та інші ознаки, які можуть свідчити про необхідність залучення додаткових спеціалістів. Таким чином, важливою професійною компетентністю консультанта є розуміння меж власної компетенції та своєчасне перенаправлення клієнта до відповідних служб.

Особливого значення в умовах війни набуває ресурсний підхід. Людина не повинна розглядатися виключно крізь призму травматичного досвіду. Навіть за наявності значних труднощів вона може мати особистісні, сімейні та соціальні ресурси, які сприяють адаптації. До них можна віднести підтримку родини,

друзів і громади, професійні навички, попередній досвід подолання складних ситуацій, здатність планувати, духовні та культурні цінності, а також можливість звертатися по професійну допомогу.

Соціально-психологічне консультування має бути спрямоване не лише на зменшення негативних переживань, а й на поступове відновлення активної життєвої позиції. Важливим результатом роботи є формування у людини розуміння того, що навіть в умовах обмежених можливостей вона може здійснювати певний контроль над власними діями, виборами та щоденною поведінкою. Саме відновлення суб'єктності є одним із важливих чинників психологічної стійкості.

Окремої уваги потребує робота із сім'ями. Воєнні обставини можуть посилювати конфлікти, змінювати сімейні ролі та створювати додаткове навантаження на членів родини. У таких випадках консультативна допомога може бути спрямована на покращення комунікації, підтримку взаєморозуміння, розподіл відповідальності та пошук способів спільного подолання труднощів. Важливим завданням фахівця є також підтримка батьків у побудові безпечного емоційного середовища для дітей.

Ефективність психологічної допомоги в умовах війни значною мірою залежить від професійної позиції самого фахівця. Психолог повинен поєднувати емпатійність із чітким дотриманням професійних меж, етичних принципів та конфіденційності. Не менш важливим є запобігання професійному виснаженню, оскільки постійна робота з кризовими випадками може негативно впливати на емоційний стан спеціаліста. Супервізія, професійна підтримка та турбота про власні ресурси є необхідними складовими якісної психологічної допомоги.

Таким чином, соціально-психологічне консультування та кризові інтервенції в умовах війни повинні розглядатися як взаємопов'язані напрями професійної допомоги. Якщо кризова інтервенція переважно орієнтована на невідкладну стабілізацію та подолання гострої ситуації, то консультування може забезпечувати подальшу підтримку адаптації, відновлення ресурсів, переосмислення досвіду та формування нових способів взаємодії із життєвими обставинами.

Висновки. Війна створює комплексні психологічні та соціальні виклики, які потребують системної професійної підтримки. Соціально-психологічне консультування та кризові інтервенції є важливими інструментами допомоги особистості у подоланні наслідків кризових ситуацій. Основними завданнями фахівця є створення безпечного консультативного простору, стабілізація емоційного стану, оцінювання актуальних потреб, активізація особистісних і соціальних ресурсів, підтримка здатності до прийняття рішень та своєчасне залучення додаткової професійної допомоги.

Перспективним напрямом подальших досліджень є розроблення практичних моделей соціально-психологічного консультування різних категорій населення, які зазнали впливу воєнних подій, а також визначення ефективних технологій кризового втручання та психологічної підтримки на рівні особистості, сім'ї та громади.

Список використаних джерел

1. Вавринів О. С., Яремко Р. Я. Основи психологічного консультування: навч. посіб. Львів : ЛДУ БЖД, 2020. 112 с.
2. Кісарчук З. Г., Лазос Г. П., Омельченко Я. М., Литвиненко Л. І., Царенко Л. Г. Психологічна допомога постраждалим внаслідок кризових травматичних подій : метод. посіб. Київ : Логос, 2015. 207 с.
3. Кісарчук З. Г. (ред.). Психологічна допомога дітям у кризових ситуаціях: методи і техніки : метод. посіб. Київ : Логос, 2015. 232 с.
4. Кузікова С. Б. Основи психокорекції : навч. посіб. 2-ге вид., перероб. Київ : Академія, 2021. 334 с.

ПСИХОСОЦІАЛЬНЕ КОНСУЛЬТУВАННЯ ЛЮДЕЙ ІЗ ПОСТТРАВМАТИЧНИМ СТРЕСОВИМ РОЗЛАДОМ: РОЛЬ СОЦІАЛЬНОЇ РОБОТИ У ВІДНОВЛЕННІ ПСИХОСОЦІАЛЬНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ

Мельник Юлія Сергіївна
кандидат психол. наук, ст. викл.
Кафедра педагогіки, психології та соціальної роботи
КОГПА ім. Тараса Шевченка, Україна

Анотація. У тезах розглянуто особливості психосоціального консультування людей із посттравматичним стресовим розладом (ПТСР) у контексті соціальної роботи. Проаналізовано основні психосоціальні наслідки травматичного досвіду та визначено роль соціального працівника у створенні безпечного середовища, відновленні соціальних зв'язків, підтримці ресурсів особистості та сприянні доступу до спеціалізованої психологічної й медичної допомоги. Обґрунтовано необхідність комплексного, травма-інформованого та людиноцентричного підходу до консультування. Акцентовано увагу на важливості професійних меж, недопущенні повторної травматизації та міждисциплінарній взаємодії.

Ключові слова: посттравматичний стресовий розлад, ПТСР, психосоціальне консультування, соціальна робота, травматичний досвід, психологічна підтримка, соціальна адаптація, травма-інформований підхід.

Введення.

Травматичні події можуть суттєво впливати не лише на емоційний стан людини, а й на її соціальне функціонування, міжособистісні відносини, професійну діяльність та здатність задовольняти повсякденні потреби. Після переживання війни, насильства, втрати близької людини, катастрофи, вимушеного переміщення або інших потенційно травматичних подій у частини

людей можуть формуватися тривалі психоемоційні реакції, зокрема симптоми посттравматичного стресового розладу.

ПТСР може проявлятися повторним переживанням травматичної події, уникненням ситуацій або нагадувань, пов'язаних із травмою, підвищеною настороженістю, порушеннями сну, труднощами концентрації та змінами емоційного й поведінкового реагування. Водночас прояви травматичного стресу нерідко позначаються на здатності людини підтримувати соціальні контакти, навчатися, працювати та брати участь у житті громади.

У цьому контексті соціальна робота набуває особливого значення, оскільки спрямована не лише на подолання окремої проблеми, а й на відновлення функціонування людини в її соціальному середовищі. Психосоціальне консультування може стати важливим компонентом системи підтримки, допомагаючи людині краще зрозуміти власні реакції, активізувати внутрішні та зовнішні ресурси, відновити соціальні зв'язки та отримати необхідні послуги.

Мета та завдання дослідження.

Мета роботи полягає в теоретичному обґрунтуванні особливостей психосоціального консультування людей із ПТСР у системі соціальної роботи.

Для досягнення поставленої мети визначено такі завдання: проаналізувати основні психосоціальні прояви травматичного стресу; визначити роль соціального працівника у процесі підтримки людини з ПТСР; охарактеризувати основні принципи психосоціального консультування; окреслити значення міждисциплінарної взаємодії у забезпеченні комплексної допомоги.

Результати дослідження та їх обговорення.

Теоретичний аналіз дає підстави розглядати психосоціальне консультування як процес професійної підтримки, спрямований на відновлення психологічного благополуччя та соціального функціонування людини. На відміну від суто клінічного підходу, соціальна робота враховує широкий контекст життя особи: сімейні відносини, житлові умови, матеріальну безпеку, зайнятість, доступ до соціальних і медичних послуг, соціальне оточення та наявні ресурси громади.

Одним із ключових принципів роботи з людьми, які пережили травматичний досвід, є створення відчуття безпеки. Консультативна взаємодія має будуватися на повазі до особистих меж, конфіденційності, добровільності та прийнятті людини без стигматизації. Важливо не змушувати особу детально розповідати про травматичну подію, якщо це не є необхідним для поставленої мети допомоги. Надмірне або несвоєчасне фокусування на травмі може посилювати емоційне напруження та сприяти повторній травматизації.

Особливе місце займає ресурсний підхід. На першому етапі консультативної роботи важливо допомогти людині відновити базове відчуття контролю над власним життям, визначити доступні джерела підтримки та актуальні потреби. Такими ресурсами можуть бути близькі люди, безпечне житло, стабільний розпорядок дня, професійна діяльність, участь у громаді, творчість, фізична активність, духовні та культурні практики, а також доступ до професійної допомоги.

Соціальний працівник при цьому не замінює психотерапевта або лікаря, а виконує важливу координуючу та підтримувальну функцію. За наявності виражених або стійких симптомів ПТСР необхідним є своєчасне перенаправлення людини до відповідного фахівця у сфері психічного здоров'я. Ефективність допомоги значною мірою залежить від взаємодії соціальних працівників, психологів, психотерапевтів, лікарів, представників громадських організацій та інших фахівців.

Важливим напрямом психосоціального консультування є відновлення соціального функціонування. Травматичний досвід може призводити до соціального відсторонення, втрати довіри до інших людей, конфліктів у сім'ї, труднощів у професійній діяльності та відчуття ізоляції. Тому консультативна підтримка має бути спрямована не лише на симптоми, а й на поступове повернення людини до значущих сфер життя.

У роботі з ПТСР доцільним є травма-інформований підхід, який передбачає розуміння того, що поведінка людини може бути пов'язана з пережитим травматичним досвідом. Наприклад, підвищена настороженість, уникнення певних ситуацій або труднощі у взаємодії можуть розглядатися не як «негативні риси характеру», а як можливі реакції психіки на пережиту загрозу. Така позиція зменшує ризик стигматизації та сприяє формуванню довірливих професійних відносин.

Окремої уваги потребує робота з родиною та соціальним оточенням людини. Психосоціальна підтримка може передбачати психоосвітню роботу, спрямовану на пояснення особливостей травматичних реакцій, способів комунікації та підтримки. Важливо допомагати близьким не лише «контролювати симптоми» людини, а створювати середовище, у якому вона може поступово відновлювати відчуття безпеки, автономії та належності.

Таким чином, психосоціальне консультування у соціальній роботі має комплексний характер. Його ефективність визначається не тільки професійними навичками консультанта, а й доступністю соціальних ресурсів, підтримкою сім'ї та громади, своєчасним залученням спеціалізованої допомоги та врахуванням індивідуальних потреб людини.

Висновки.

Психосоціальне консультування людей із посттравматичним стресовим розладом є важливим напрямом сучасної соціальної роботи. Його основними завданнями є забезпечення психологічної та соціальної безпеки, підтримка ресурсів особистості, відновлення соціальних зв'язків, сприяння поверненню до повсякденного функціонування та забезпечення доступу до спеціалізованої допомоги.

Перспективним напрямом є подальше впровадження травма-інформованого підходу в практику соціальної роботи, розвиток міждисциплінарної взаємодії та підготовка фахівців до роботи з людьми, які пережили травматичний досвід. Особливо важливим є перехід від орієнтації виключно на симптоми до комплексного бачення людини, її потреб, ресурсів, соціального середовища та можливостей відновлення.

Список використаних джерел

1. Кісарчук З. Г. (ред.). Психологічна допомога дітям у кризових ситуаціях: методи і техніки : метод. посіб. Київ : Логос, 2015. 232 с.
2. Кузікова С. Б. Основи психокорекції : навч. посіб. 2-ге вид., перероб. Київ : Академія, 2021. 334 с.
3. American Psychiatric Association. (2022). Diagnostic and statistical manual of mental disorders (5th ed., text rev.; DSM-5-TR). American Psychiatric Association Publishing.
4. World Health Organization. (2019). International classification of diseases for mortality and morbidity statistics (11th Revision). World Health Organization.
5. World Health Organization. (2013). Guidelines for the management of conditions specifically related to stress. World Health Organization.
6. Herman, J. L. (1992). Trauma and recovery: The aftermath of violence—from domestic abuse to political terror. Basic Books.
7. Van der Kolk, B. A. (2014). The body keeps the score: Brain, mind, and body in the healing of trauma. Viking.

Section: Technical Sciences

КОНЦЕПЦІЯ РОЗРОБЛЕННЯ БІОНІЧНИХ ПРОТЕЗІВ ВЕРХНІХ КІНЦІВОК ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ТЕХНОЛОГІЙ ІОТ

Дедів Леонід
к.т.н., доцент
Дозорська Оксана
к.т.н, старший викладач
Плавуцький Олег
аспірант
Кафедра біотехнічних систем
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя, Україна

Одним із актуальних напрямів сучасного медичного апаратобудування та реабілітаційної техніки є розроблення високофункціональних біонічних протезів верхніх кінцівок. Основною метою яких є максимально можливе відновлення втрачених функціональних можливостей кисті, підвищення самостійності користувача та забезпечення виконання ним побутових і професійних операцій. Особливої актуальності цей напрям набуває в умовах зростання кількості випадків травматичної втрати верхніх кінцівок, що формує потребу у створенні доступних, надійних та функціонально ефективних протезних систем.

Сучасний біонічний протез кисті є складною біомехатронною системою, функціонування якої передбачає взаємодію механічних, електромеханічних, електронних та біомедичних компонентів. Тому його ефективність визначається не окремими характеристиками конструкції, а узгодженістю роботи всіх функціональних підсистем. Одним із суттєвих недоліків існуючих підходів є переважна орієнтація на вдосконалення окремих складових протеза без комплексного врахування взаємозв’язків між механічною конструкцією, приводами, системою керування та сенсорним зворотним зв’язком.

Для створення високофункціонального біонічного протеза необхідно комплексно вирішити ряд взаємопов’язаних науково-технічних задач. До основних із них належать вибір та оптимізація конструкції рухомих елементів кисті, розроблення ефективної системи електроприводів, забезпечення необхідної точності та надійності позиціонування пальців, а також формування засобів сенсорного зворотного зв’язку. Окремим важливим напрямом є розроблення методів отримання та обробки біосигналів, які використовуються для формування керуючих команд на основі залишкової функціональної активності кінцівки після ампутації.

Важливим аспектом є також забезпечення інформаційної взаємодії між протезом і користувачем. Для природного та точного керування протезом, окрім передавання команд від користувача до виконавчих механізмів, також необхідно забезпечити зворотне інформування про фактичний стан протеза, зокрема положення його рухомих елементів, параметри руху та характеристики взаємодії з об'єктами. Це визначає доцільність застосування систем штучної пропріоцепції, здатних формувати для користувача інформацію про просторове положення та рух кисті й пальців.

Іншою важливою вимогою є модульність конструкції протеза. Окремі механічні та електронні компоненти, зокрема пальці, приводи або сенсорні модулі, повинні мати можливість оперативної заміни у разі пошкодження чи відмови. Такий підхід підвищує ремонтопридатність, надійність і тривалість експлуатації протеза та водночас створює можливості для його подальшої модернізації.

Таким чином, розроблення високофункціонального біонічного протеза кисті потребує системного підходу, за якого конструктивні, електромеханічні, інформаційні та біомедичні компоненти розглядаються як взаємопов'язані елементи єдиної системи. Ключовими напрямами вдосконалення є оптимізація механічної конструкції та приводів, підвищення ефективності керування на основі біосигналів, реалізація внутрішнього та зовнішнього сенсорного зворотного зв'язку, зокрема штучної пропріоцепції, а також забезпечення модульності та ремонтопридатності конструкції. Комплексне вирішення зазначених задач забезпечить підвищення функціональності біонічного протеза та наближення характеру його взаємодії з користувачем до природної роботи кисті людини.

Сьогодні застосовується значна кількість технологій протезів кінцівок, зокрема матеріалів для їх виготовлення, способів керування на основі розширеної фізіологічної пропріоцепції, електроміографічних сигналів тощо, технологій 3D-друку, систем приводів на основі застосування двигунів постійного струму, ультразвукових двигунів, п'єзодвигунів, штучних м'язів, електроактивних полімерів та металів із пам'яттю форми. Однак можливою є велика кількість варіантів поєднань таких підходів. Це визначає актуальність формування єдиного підходу (концепції) до проектування високофункціональних біонічних протезів на основі накопичення, узагальнення а також систематизації наявних і пріоритетних знань та досягнень в цій галузі.

В дослідженні запропоновано концепцію проектування біонічних протезів на основі використання конструкції ендоскелета, єдиної інформаційної системи відбору даних, їх обміну між функціональними вузлами протеза, опрацювання із використанням штучного інтелекту віддалено, на комп'ютері/смартфоні на етапах навчання, реалізації здатності до самонавчання на основному етапі користування протезом а також реалізації функції тактильних відчуттів, застосування технології IoT та хмарних технологій. Технічна реалізація пропонованої концепції забезпечить можливість розроблення біонічного протеза, який не матиме аналогів та буде в більшій мірі задовольняти потребам пацієнтів.

Список використаних джерел

1. Biloshytska O. K., Bespalova O. Y., Seminska N. V., Galkin O. Y. Concept of a multifunctional prosthetic and rehabilitation center with an innovative educational component for patients with limb amputation in the context of war in Ukraine. Wiadomości Lekarskie. 2025. Vol. 78, № 6. P. 1160-1167. DOI: 10.36740/wlek/207373.
2. Деякі питання протезування та ортезування виробами підвищеної функціональності: постанова Кабінету Міністрів України від 01.10.2014 № 518. URL: https://surl.li/csotrx (дата звернення: 02.02.2026).
3. Dozorskyi V. et al. The concept of developing the structure of a highly functional bionic hand prosthesis based on IoT technologies. CEUR Workshop Proceedings. 2024. Vol. 3842. P. 268-280.
4. Dediv L., Kovalyk S. Structure of the bionic hand prosthesis control system with sensor feedback. Scientific Journal of TNTU. 2025. Vol. 119, No. 3. P. 45-55. DOI: https://doi.org/10.33108/visnyk_tntu2025.03.045.
5. Dozorskyi V., Dediv L., Kovalyk S., Dozorska O., Dediv I. Design of the endoskeleton of a biocontrolled hand prosthesis. Scientific Journal of TNTU. 2024. Vol. 115, No. 3. P. 100-111. DOI: https://doi.org/10.33108/visnyk_tntu2024.03.100.

ТЕПЛОВИЙ КОНТРОЛЬ ДВОХ РІЗНИХ ОБ'ЄКТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ДВОХ З'ЄДНАНИХ МОДУЛІВ ПЕЛЬТЬЄ

Кшевецький Олег Станіславович
кандидат фізико-математичних наук, доцент
Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича, Україна

THERMAL CONTROL OF TWO DIFFERENT OBJECTS USING TWO CONNECTED PELTIER MODULES

Kshevetskyi Oleh
Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor
Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, Ukraine

Вступ. В деяких випадках, наприклад, в наукових дослідженнях, може виникнути потреба в тепловому контролі двох різних об'єктів, які мають різні теплові параметрами та можуть перебувати в різних умовах. Для теплового контролю об'єктів можуть використовувати термоелектричні модулі, зокрема, модулі Пельтьє. Наприклад, в [1] описана запатентована конструкція, у якій два модулі Пельтьє керують температурою двох різних об'єктів, а їхні внутрішні

поверхні термічно з'єднані спільним теплопровідним елементом. У цій конструкції передбачено незалежне керування струмами двох модулів. У зв'язку з цим може представляти інтерес дослідження можливості теплового контролю двох різних об'єктів за допомогою безпосередньо (менш опосередковано) з'єднаних модулів Пельтьє з незалежним, у тому числі узгодженим, керуванням їхніми струмами.

Мета та об'єкт дослідження. Метою цієї роботи є розгляд та аналіз використання двох механічно з'єднаних модулів Пельтьє, між якими існує тепловий контакт, для теплового контролю двох об'єктів з різними тепловими параметрами як показано на рис. 1. На рис. 1 проілюстровано окремий випадок використання модулів Пельтьє для нагрівання обох об'єктів. Як альтернативний варіант для такого контролю може використовуватися один двокаскадний модуль Пельтьє, який містить три теплопровідні електроізоляційні пластини (наприклад, керамічні), між якими розташовані гілки термоелементів. Такий модуль повинен мати щонайменше три електричні виводи для можливості незалежного керування струмами окремих каскадів. Теплопровідні електроізоляційні пластини, які відображені на рис. 1 синім кольором можуть мати безпосередній контакт. Для покращення теплового контакту між ними може також використовуватися теплопровідна речовина (наприклад, паста). Ці дві пластини також можуть мати металізовані поверхні та бути спаяні між собою.

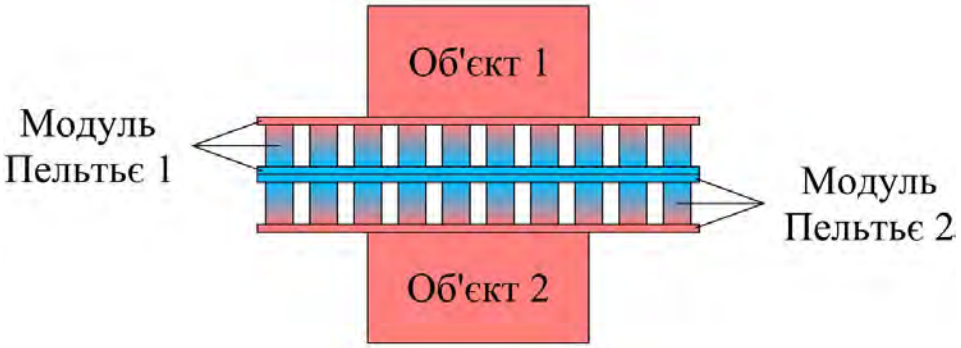


Рисунок 1. Спрощена схема використання двох механічно з'єднаних модулів Пельтьє, які мають тепловий контакт для теплового контролю двох об'єктів

Аналіз особливостей. Далі розглянемо та проаналізуємо деякі особливості описаного вище рішення. У описаному вище рішенні можуть використовуватися різні струми живлення окремих модулів Пельтьє (чи окремих каскадів багатокаскадного модуля). Порівняно зі звичайними резистивними нагрівачами використання модулів Пельтьє дає змогу не лише регулювати тепловий потік, а й змінювати напрямок його перенесення. Крім того, у динамічному режимі теплова енергія, накопичена у внутрішніх частинах конструкції, може істотно впливати на перехідний процес і має бути врахована під час оцінювання енергетичних характеристик системи. Тепловий контроль може здійснюватися у різних режимах (за різними алгоритмами). Наприклад, описане рішення може бути використане для створення однакових температур об'єктів. В іншому випадку можуть реалізовуватися однакові теплові потоки до окремих об'єктів.

Висновки. Розглянуто конструкцію двостороннього теплового контролю, що складається з двох з'єднаних модулів Пельтьє, до протилежних поверхонь яких приєднано два різні об'єкти. На відміну від систем, у яких два модулі Пельтьє використовуються для теплового контролю одного об'єкта або розділені спільним теплопровідним елементом, запропонована схема дає можливість досліджувати безпосередню термічну взаємодію двох модулів при різних теплових навантаженнях. Незалежне керування струмами окремих модулів принципово дає змогу компенсувати відмінності теплових параметрів об'єктів і, за потреби, забезпечувати однакову температуру об'єктів. Подальша робота може бути спрямована на експериментальне дослідження конструкції, визначення її динамічних характеристик та розроблення алгоритму керування струмами модулів для забезпечення заданих температурних траєкторій двох різних об'єктів.

Список використаних джерел

1. JP2008263860A. Temperature control apparatus and temperature control method. Toppan Inc.; priority 20 Apr. 2007.

ОДЕРЖАННЯ ТА СОРБЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ СОРБЕНТІВ НА ОСНОВІ КОСТРИЦІ ТЕХНІЧНИХ КОНОПЕЛЬ ЩОДО ЙОНІВ Pb^{2+}

Пасенко Олександр
к.т.н., доцент
Кафедра хімічних та біологічних технологій
Дніпровський державний технічний університет, Україна

Анотація. Досліджено можливість одержання сорбентів важких металів із костриці технічних конопель — багатотоннажного побічного продукту первинної переробки луб'яної сировини. Одержано й порівняно чотири зразки: нативний, лужномодифікований, модифікований лимонною кислотою та карбонізований. Установлено оптимальні умови вилучення йонів Pb^{2+}, кінетичні й рівноважні характеристики сорбції, з'ясовано механізм зв'язування свинцю та оцінено регенераційну здатність матеріалу.

Ключові слова: костриця, технічні коноплі, лігноцелюлозний сорбент, важкі метали, свинець, хімічна модифікація, ізотерма Ленгмюра, йонний обмін.

Забруднення природних і стічних вод йонами важких металів залишається одним із пріоритетних екологічних викликів. Свинець належить до кумулятивних токсикантів першого класу небезпеки й накопичується в трофічних ланцюгах, тому ГДК Pb^{2+} у воді господарсько-питного призначення становить лише 0,01 мг/дм³. Основні джерела його надходження у гідросферу — гальванічні, акумуляторні та металургійні виробництва.

Традиційні методи вилучення важких металів ефективні за високих концентрацій, проте на стадії доочищення розбавлених розчинів стають економічно невиправданими. Це зумовлює інтерес до сорбентів із відходів агропромислового комплексу, вартість яких на 1–2 порядки нижча за вартість активованого вугілля та синтетичних йонітів.

Перспективною сировиною є костриця — здерев'яніла серцевина стебла технічних конопель і льону, що становить 55–70 % маси стебла. Лігноцелюлозна матриця костриці (целюлоза 40–48 %, геміцелюлози 18–24 %, лігнін 20–28 %) містить гідроксильні, карбоксильні, фенольні та метоксильні групи, здатні виступати центрами зв'язування катіонів металів.

Мета роботи — одержання сорбентів на основі костриці технічних конопель шляхом лужної, кислотної (естерифікаційної) модифікації та карбонізації, порівняльна оцінка їх сорбційної здатності щодо йонів Pb^{2+} і встановлення механізму сорбції.

Матеріали та методика досліджень.

Сировину відмивали дистильованою водою, висушували за 105 °C до сталої маси, подрібнювали та відбирали фракцію 0,5–1,0 мм. Досліджували чотири зразки: КН — нативна костриця; КЛ — лужномодифікована (0,5 М NaOH, 60 °C, 2 год, гідромодуль 1:20, відмивання до нейтральної реакції промивних вод); КЦ — модифікована лимонною кислотою (0,6 М, просочування з подальшою термообробкою за 120 °C, 90 хв); КК — карбонізована в інертному середовищі за 500 °C протягом 60 хв.

Сорбцію вивчали в статичних умовах за температури 298 К, співвідношення тверда/рідка фази 2 г/дм³, часу контакту до 180 хв, вихідних концентрацій Pb^{2+} 10–200 мг/дм³ і pH 2,0–6,0. Залишкову концентрацію свинцю визначали атомно-абсорбційним методом. Питому поверхню розраховували за низькотемпературною адсорбцією азоту (метод БЕТ), вміст кисневмісних груп — методом Бьома, функціональний склад поверхні — ІЧ-спектроскопією з Фур'є-перетворенням, морфологію — скануючою електронною мікроскопією, pH точки нульового заряду — методом дрейфу pH. Рівноважні дані описували рівняннями Ленгмюра, Фрейндліха і Дубініна–Радушкевича, кінетичні — моделями псевдопершого та псевдодругого порядків.

Результати та їх обговорення.

Таблиця 1. Характеристики одержаних сорбентів

Показник	КН	КЛ	КЦ	КК
Sпит (БЕТ), м²/г	1,8	3,5	4,2	310
pH точки нульового заряду	6,3	6,8	4,9	8,1
Карбоксильні групи, ммоль/г	0,42	0,78	1,55	0,35
qmax (Ленгмюр), мг/г	11,6	19,4	31,2	26,5
Ступінь вилучення*, %	46	72	91	85

* За вихідної концентрації Pb^{2+} 50 мг/дм³, pH 5,0 і часу контакту 120 хв; значення орієнтовні.

Вплив pH є визначальним. За pH < 3 сорбція незначна внаслідок конкуренції гідроксонію за активні центри та протонування карбоксильних груп; зі зростанням pH до 5,0–5,5 ступінь вилучення різко зростає, що відповідає депротонуванню карбоксильних груп (pH > pKa) і появі негативно зарядженої поверхні (pH > pHтнз). За pH > 6 результати спотворюються гідролітичним осадженням гідроксокомплексів свинцю, тому подальші досліди виконували за pH 5,0.

Близько 80 % рівноважної ємності досягається за перші 20 хв, рівновага настає через 60–90 хв. Дані найкраще описуються моделлю псевдодругого порядку (R^2 = 0,995–0,999), що вказує на визначальну роль хемосорбційної взаємодії. Графік Вебера–Морріса має дві прямолінійні ділянки й не проходить через початок координат, отже процес контролюється як зовнішньою, так і внутрішньочастинковою дифузією.

Ізотерми адекватніше апроксимуються рівнянням Ленгмюра (R^2 > 0,98), а фактор RL = 0,05–0,30 свідчить про сприятливий характер сорбції. Розрахована за моделлю Дубініна–Радушкевича середня енергія сорбції становить 9,5–12,4 кДж/моль, що відповідає йонообмінному механізму зв’язування. Термодинамічні розрахунки дають від’ємні $\Delta G°$ (−18…−22 кДж/моль) і додатне $\Delta H°$: процес самочинний та ендотермічний, а зростання ентропії відображає вивільнення гідратної оболонки.

ІЧ-спектри підтверджують участь кисневмісних груп: після сорбції знижується інтенсивність смуги 1730 $см^{-1}$ (C=O складноефірних і карбоксильних груп) та спостерігається зсув смуги асиметричних коливань карбоксилат-йона з 1600 до 1585 $см^{-1}$. У зразку КЛ смуга 1730 $см^{-1}$ практично зникає внаслідок омилення ацетильних груп геміцелюлоз, а в КЦ, навпаки, зростає завдяки прищепленню залишків лимонної кислоти, чим і пояснюється найбільша ємність цього зразка.

Зіставлення кількості вивільнених у розчин йонів Ca^{2+}, Mg^{2+} та H^+ із кількістю сорбованого свинцю дає мольне співвідношення 0,8–1,1, що підтверджує домінування йонного обміну з додатковим внеском поверхневого комплексоутворення. Для карбонізованого зразка КК суттєвим є також внесок катіон-π взаємодії. Ряд селективності $Pb^{2+} > Cu^{2+} > Cd^{2+} > Zn^{2+} > Ni^{2+}$ корелює з електронегативністю та радіусом гідратованого йона.

Регенерація сорбенту 0,1 М розчином HNO_3 забезпечує десорбцію понад 92 % свинцю, а після п’яти циклів сорбції–десорбції втрата ємності не перевищує 12 %. Випробування на реальному гальванічному стоці (4,8 $мг/дм^3$ Pb^{2+}) показали зниження концентрації нижче 0,05 $мг/дм^3$ за одноступеневої обробки зразком КЦ.

Висновки.

1. Костриця технічних конопель придатна для одержання дешевих сорбентів важких металів; модифікація підвищує ємність щодо Pb^{2+} у 1,7–2,7 раза.

2. Найвищу сорбційну здатність виявляє зразок, модифікований лимонною кислотою, що зумовлено прищепленням додаткових карбоксильних груп, а не зростанням питомої поверхні.

3. Сорбція описується моделями псевдодругого порядку та Ленгмюра, є самочинною й ендотермічною, з переважним внеском йонного обміну та поверхневого комплексоутворення.

4. Оптимальні умови вилучення: pH 5,0–5,5, час контакту 90–120 хв, доза сорбенту 2 г/дм³.

5. Матеріал витримує щонайменше п’ять циклів регенерації, що робить його перспективним для доочищення промислових стічних вод.

Список використаних джерел

1. Sugarcane bagasse and straw as low-cost lignocellulosic sorbents for the removal of dyes and metal ions from water / V. Halysh, O. Sevastyanova, S. Pikus et al. // Cellulose. – 2020. – Vol. 27. – P. 8181–8197.
2. Adsorption location of copper on hemp shives revealed by combination of K-edge subtraction X-ray micro-tomography and X-ray micro-fluorescence // Cellulose. – 2023. https://doi.org/10.1007/s10570-023-05685-9
3. Cell wall microstructure, pore size distribution and absolute density of hemp shiv / Y. Jiang, M. Lawrence, M. P. Ansell, A. Hussain // Royal Society Open Science. – 2018. – Vol. 5. – 171945.
4. Lignocellulosic byproducts as bio-adsorbents for lead removal // Materials. – 2025. – Vol. 18, № 10. – 2320. https://doi.org/10.3390/ma18102320

Section: Jurisprudence

DOI 10.70286/EOSS-31.08.2026.027.350-352

ТРАНСФОРМАЦІЯ ДЕРЖАВНОЇ АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ ТА ЄВРОІНТЕГРАЦІЇ

Замрига Артур,
д.ю.н., к.е.н., професор
Кафедра публічного та міжнародного права
Київський національний економічний
університет імені Вадима Гетьмана

В умовах повномасштабної збройної агресії державна аграрна політика України зазнала суттєвих змін, що зумовлено необхідністю забезпечення безперервності сільськогосподарського виробництва, продовольчої безпеки та збереження економічного потенціалу нашої держави. Якщо у довоєнний період основний акцент аграрної політики значною мірою робився на стимулюванні виробництва, розвитку експорту та підтримці конкурентоспроможності товаровиробників, то в умовах триваючої дії правового режиму воєнного стану пріоритетного значення набули питання фізичної безпеки виробництва, доступу до фінансових ресурсів, збереження земельних і трудових ресурсів, функціонування логістичних систем та відновлення пошкоджених об’єктів.

Державна аграрна політика являє собою законодавчо врегульовану, стабільну, цілеспрямовану діяльність органів державної влади, що охоплює комплекс правових, організаційно-управлінських, соціально-економічних, наукових, кадрових та інших заходів, спрямованих на забезпечення сталого розвитку агросфери й гарантування продовольчої безпеки держави [1, с. 19].

Повномасштабне вторгнення російської федерації призвело до суттєвого погіршення економічного стану України та значних економічних втрат. Так, за даними опитування, проведеного Офісом з розвитку підприємництва та експорту, Дія.Бізнес і Advanter Group станом на грудень 2022 року, діяльність 9,9% підприємств зупинено, 21,8% – частково зупинено (без урахування окупованих територій). Загальні прямі втрати малого та середнього бізнесів оцінюються у 87 млрд дол. США. Бізнес-активність скоротилася, а експортери зіткнулися з обмеженими можливостями через блокаду портів, за винятком експорту зернових культур [2].

Наведені показники засвідчують, що воєнні ризики стали чинником не лише скорочення економічної активності, а й структурної зміни умов функціонування аграрної сфери. Для сільськогосподарських товаровиробників це проявилося у порушенні виробничих циклів, ускладненні доступу до ресурсів, зростанні

витрат на виробництво та транспортування продукції, пошкодженні майна і виробничої інфраструктури, а також у втраті можливості використовувати окремі земельні ділянки. За таких обставин державна аграрна політика об'єктивно повинна була змістити акцент із переважно стимулюючих заходів на забезпечення стійкості аграрного виробництва та мінімізацію наслідків воєнних ризиків.

Важливого значення набуло збереження доступу агровиробників до фінансових ресурсів. У цьому напрямі державна політика поступово орієнтується на поєднання пільгового кредитування, грантової підтримки, компенсаційних механізмів та інших інструментів, здатних забезпечити продовження господарської діяльності навіть за умов істотного зростання виробничих ризиків. Водночас перспективним напрямом є розвиток механізмів страхування воєнних ризиків, оскільки без належного розподілу ризиків між державою, суб'єктами господарювання та фінансовими установами залучення приватного капіталу до відновлення аграрного сектору залишається ускладненим.

Окремого значення набуває проблема відновлення сільськогосподарських земель та іншого майна, пошкодженого внаслідок бойових дій. Йдеться не лише про фізичне відновлення виробничих об'єктів, а й про створення правових та економічних передумов для повернення земель до господарського використання, відшкодування завданих збитків і залучення необхідних фінансових ресурсів. У цьому контексті державна аграрна політика має набувати більш комплексного характеру, поєднуючи заходи економічної підтримки з земельною, екологічною та інвестиційною політикою.

Водночас трансформація державної аграрної політики відбувається на тлі поглиблення євроінтеграційних процесів. Для України це означає необхідність врахування європейських підходів до підтримки сільського господарства, безпечності харчових продуктів, охорони земель і довкілля, розвитку сільських територій та забезпечення сталості аграрного виробництва. Важливо, щоб адаптація законодавства до acquis Європейського Союзу не зводилася до формального відтворення відповідних норм, а забезпечувала їх реальне впровадження з урахуванням економічних можливостей українських агровиробників та особливостей функціонування аграрної сфери в умовах війни.

На нашу думку, євроінтеграційний процес створює можливість для якісного перегляду самої концепції державної аграрної політики. Її результативність у перспективі має оцінюватися не лише за обсягами виробництва чи державної фінансової підтримки, а й за здатністю забезпечувати стійкість аграрного сектору, технологічне оновлення, раціональне використання природних ресурсів, розвиток переробки та підвищення конкурентоспроможності української продукції. Відповідно, відновлення аграрної сфери доцільно розглядати не як повернення до довоєнної моделі, а як формування більш стійкої та конкурентоспроможної системи аграрного виробництва.

Особливу увагу при цьому слід приділити узгодженню короткострокових заходів воєнного реагування з довгостроковими пріоритетами аграрної політики. Тимчасове спрощення окремих процедур або запровадження спеціальних механізмів підтримки є виправданим за наявності відповідних безпекових потреб, однак такі заходи не повинні створювати перешкод для формування стабільного та передбачуваного регуляторного середовища. Навпаки, поступове повернення до звичайних механізмів регулювання має супроводжуватися їх модернізацією відповідно до європейських стандартів і потреб повоєнного відновлення.

Отже, трансформація державної аграрної політики України в сучасних умовах полягає у переході від моделі, орієнтованої переважно на стимулювання аграрного виробництва, до комплексної моделі, яка поєднує безпекові, економічні, соціальні, екологічні та євроінтеграційні пріоритети. Її подальше вдосконалення потребує системного підходу до державної підтримки агровиробників, відновлення земель та інфраструктури, страхування воєнних ризиків, залучення інвестицій і гармонізації національного законодавства з правом Європейського Союзу.

Отож, державна аграрна політика України в умовах воєнного стану трансформується під впливом необхідності забезпечення стійкості аграрного виробництва та його відновлення. Її подальший розвиток має ґрунтуватися на поєднанні механізмів державної підтримки, відновлення виробничого і земельного потенціалу та євроінтеграційних орієнтирів. Перспективним є формування комплексної моделі аграрної політики, спрямованої не лише на подолання наслідків війни, а й на структурну модернізацію та підвищення конкурентоспроможності аграрного сектору України.

Список використаних джерел

1. Курман Т.В. Державна аграрна політика України як категорія аграрного права. Актуальні питання вітчизняної юриспруденції. 2018. № 6. С. 17–20. URL: http://apnl.dnu.in.ua/6_2018/tom_2/6.pdf (дата звернення: 27.08.2026).
2. Стан та потреби бізнесу в умовах війни: результати опитування в листопаді 2022 року. Дія.Бізнес - Головна сторінка. URL : https://business.diia.gov.ua/cases/novini/stan-ta-potrebi-biznesu-v-umovah-vijnirezultati-opituvanna-v-listopadi-2022-roku (дата звернення: 27.08.2026)

Proceedings of the 6th International Scientific
and Practical Conference
"Innovations in Science: From Theoretical Foundations to Practical Impact"
August 31 – September 2, 2026
Antwerp, Belgium

Organizing committee may notagree with the authors'point of view.
Authors are responsible for the correctness of the papers' text.

Contact details of the organizing committee:
European Open Science Space
E-mail: info@eoss-conf.com
URL: https://www.eoss-conf.com/

EUROPEAN OPEN
SCIENCE SPACE