

EUROPEAN OPEN SCIENCE SPACE

COLLECTION OF SCIENTIFIC PAPERS

4th International Scientific and Practical Conference

THE FUTURE OF SCIENCE: EMERGING RESEARCH AND TECHNOLOGICAL INNOVATIONS

ISSUE №111

eoss-conf.com

October 26-28, 2026
Helsinki, Finland

EUROPEAN OPEN SCIENCE SPACE

Proceedings of the 4th International Scientific and Practical Conference

"The Future of Science: Emerging Research and Technological Innovations"

October 26-28, 2026

Helsinki, Finland

Collection of Scientific Papers

Finland, 2026

UDC 01.1

Collection of Scientific Papers with the Proceedings of the 4th International Scientific and Practical Conference «The Future of Science: Emerging Research and Technological Innovations» (October 26-28, 2026, Helsinki, Finland). European Open Science Space. 2026.

ISBN 979-8-89704-967-7 (series)
DOI 10.70286/EOSS-26.10.2026

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 №565 dated 26.10.2026).

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 979-8-89704-967-7

EUROPEAN OPEN SCIENCE SPACE

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

CONTENT

Section: Accounting and Taxation

Боденчук Л.Б., Наку М.А.
ВПЛИВ ЦИФРОВІЗАЦІЇ НА ФІНАНСОВУ СТІЙКІСТЬ ПІДПРИЄМСТВ В УМОВАХ ЕКОНОМІЧНОЇ НЕСТАБІЛЬНОСТІ… 15

Section: Architecture and Construction

Кузнєцов В.А., Пастухова С.В.
КОЕФІЦІЄНТ КОНВЕКТИВНОГО ТЕПЛООБМІНУ НА ВНУТРІШНІЙ ПОВЕРХНІ ОГОРОЖІ ПРИ ЗМІШАНІЙ, ВИМУШЕНІЙ ТА ПРИРОДНІЙ КОНВЕКЦІЇ……. 19

Амеліна Н.О., Петрикова Є.М., Майстренко А.А.
НАУКОВО-ДОСЛІДНА ПІДГОТОВКА ДО ВИРОБНИЦТВА НОВОЇ БУДІВЕЛЬНОЇ ПРОДУКЦІЇ…….. 25

Section: Art History and Literature

Кулик А.
ТРАНСФОРМАЦІЯ МЕТОДІВ ПРОЕКТУВАННЯ ІНТЕР'ЄРІВ ПІД ВПЛИВОМ СУЧАСНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ……... 28

Яланський А.В.
КОРЕКЦІЯ СТУДЕНТСЬКИХ РОБІТ З ЖИВОПИСУ: МЕЖІ ПЕДАГОГІЧНОГО ВТРУЧАННЯ…… 30

Section: Biology and Microbiology

Kunakh O., Kochetkova D.
SPATIAL DIFFERENTIATION OF THE OXYGEN EQUIVALENT OF BIOMASS IN A BLACK LOCUST (ROBINIA PSEUDOACACIA L.) POPULATION……... 33

Section: Ecology and environmental protection

Сухорська О.
ПРИРОДНО-РЕКРЕАЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ……... 37

Швець І.
ДЕКОРАТИВНА ДЕНДРОЛОГІЯ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ ДИЗАЙНЕРІВ СЕРЕДОВИЩА: ВИКЛИКИ СЬОГОДЕННЯ ТА НОВІ ВЕКТОРИ РОЗВИТКУ…… 40

Balakhanova G.V.
ECOLOGICAL-ECONOMIC EVALUATION OF NATURAL CAPITAL AND THE OPTIMIZATION OF ECOSYSTEM SERVICE MANAGEMENT ACROSS DIFFERENT SPATIAL SCALES…….. 43

Сорока Я.В.
АГРОФІТОРІЗНОМАНІТТЯ УМАНСЬКОГО РАЙОНУ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ ЗА РЕЄСТРОВИМИ ДАНИМИ 2026 РОКУ. 61

Balakhanova G.V.
ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL PRESSURES AND SUSTAINABLE CONSERVATION APPROACHES FOR MARINE AND COASTAL ECOSYSTEMS……. 65

Маленик Я.Р., Леонтенко М.С., Пономаренко О.Л.
ОСОБЛИВОСТІ ПРОСТОРОВОГО РОЗПОДІЛУ ПРЕДСТАВНИКІВ РОДИНИ ГОРОБЦЕВІ (PASSERIDAE) НА ПРАВОБЕРЕЖНІЙ ЧАСТИНІ МІСТА ДНІПРО…… 74

Section: Economy

Никифорак О.
УКРАЇНСЬКИЙ РИНОК ПРАЦІ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ: ТРАНСФОРМАЦІЇ, ДЕФІЦИТ КАДРІВ ТА СТРАТЕГІЇ АДАПТАЦІЇ 83

Semenchenko A., Turakevych Y.
ПРОБЛЕМА СТРУКТУРНОГО БЕЗРОБІТТЯ СЕРЕД МОЛОДІ: ДИСБАЛАНС ОЧІКУВАНЬ ТА РЕАЛІЙ РИНКУ ПРАЦІ……... 87

Іванцюс А.
ВПЛИВ ГЛОБАЛІЗАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ НА ФОРМУВАННЯ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОЇ НЕРІВНОСТІ…….. 90

Якуб С.В.
ЄВРОПЕЙСЬКІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ФІНАНСУВАННЯ ЗЕЛЕНОГО ПЕРЕХОДУ В УКРАЇНІ……... 93

Yurkevych O.
PREREQUISITES FOR THE EMERGENCE, EVOLUTION, AND FACTORS FOR THE FURTHER DEVELOPMENT OF ISLAMIC FINANCE…….. 98

Rahmanov A.
ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE SYSTEM OF PRIORITIES FOR THE DEVELOPMENT OF THE DIGITAL ECONOMY…… 102

Мазуренко К.В., Марченко В.М.
ВПЛИВ НЕСТАБІЛЬНОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ НА ЕКОНОМІЧНУ ЕФЕКТИВНІСТЬ ПІДПРИЄМСТВ…… 105

Section: Geography, Geology and Geodesy

Кириленко А.
ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В СИСТЕМІ МОНІТОРИНГУ ТА УПРАВЛІННЯ ЗЕМЕЛЬНИМИ РЕСУРСАМИ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД…….. 109

Section: Information Technology, Cyber Security and Computer Engineering

Шмакова О.
ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ОБРОБКИ ПРИРОДНОЇ МОВИ ТА ІЄРАРХІЧНОЇ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ДЛЯ ПРОФІЛЮВАННЯ КІБЕРАТАК НА ОПК…….. 111

Yasinetska I., Burlakov O.
PROGRAMMING TECHNOLOGY AND SOFTWARE DEVELOPMENT IN THE CONTEXT OF CYBER SECURITY…… 113

Літвінов М.В., Шепета О.В.
ОРГАНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ НА ПІДПРИЄМСТВІ В СУЧАСНИХ УМОВАХ…… 117

Хоменко І.І., Шепета О.В.
ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПРАВОВІ ЗАСАДИ ВЗАЄМОДІЇ РСО ТА ПІДРОЗДІЛІВ КІБЕРБЕЗПЕКИ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ РЕЖИМУ СЕКРЕТНОСТІ…… 120

Dzinko R.
AI AGENTS IN GAME DEVELOPMENT USING AN ENGINE OR SPECIALIZED LIBRARIES…… 123

Shvachych H., Aleksieiev M., Aleksieiev O., Monastyrov H.
MONTE CARLO SIMULATION OF PHYSICAL SECURITY SYSTEMS…….. 127

Kalashnyk V., Kolysko O.
COMPARING STATEMENT AND BRANCH COVERAGE IN TEACHING AUTOMATED UNIT TESTING WITH JEST…… 135

Gulmirzaeva G.
IMPACT OF HAIR ARTIFACT REMOVAL ON SKIN LESION SEGMENTATION IN DERMOSCOPIC IMAGES……. 139

Довбиш Б.С., Сергієнко Н.А.
ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ З ОБМЕЖЕНИМ ДОСТУПОМ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ…….. 144

Мельник А.
ВИЯВЛЕННЯ АНОМАЛІЙ У ТЕЛЕМЕТРІЇ ПРОМИСЛОВОГО ОБЛАДНАННЯ НА ОСНОВІ ЧАСТОТНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВІБРАЦІЇ……... 147

Yarema O., Zagorodna N.
EXPLORING BIASES AND LIMITATIONS IN HYBRID LLM-SAST VULNERABILITY DETECTION…… 151

Section: International Relations

Stamat V., Smetana A.
GLOBAL SECURITY TRENDS…….. 154

Section: Jurisprudence

Марієнко А.О.
КРИМІНОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА КІБЕРЗЛОЧИННОСТІ В УМОВАХ ЗБРОЙНОГО КОНФЛІКТУ ТА ЇЇ ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ МЕХАНІЗМІВ ПЕРЕХІДНОГО ПРАВОСУДДЯ……. 158

Melnyk O.S., Drobchak A.L.
PYLYP ORLYK'S CONSTITUTION AS A MONUMENT OF UKRAINIAN LEGAL THOUGHT AND THE FOUNDATIONS OF PARLIAMENTARISM……. 161

Кондратов Д., Безкоровайний Ю.
ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В СУДОВІЙ СИСТЕМІ: МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД, ПЕРСПЕКТИВИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ПРАВОВІ РИЗИКИ В УКРАЇНІ……. 165

Хом'як Д.Р., Шестаков В.І.
УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПРАВОВИХ МЕХАНІЗМІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОСТУПУ ДО ПУБЛІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ В ДІЯЛЬНОСТІ ДЕРЖАВНОЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ ІНСПЕКЦІЇ УКРАЇНИ... 168

Гарькава В.Ю., Тиводар Б.М.
ПРОБЛЕМИ РОЗГЛЯДУ ЗАПИТІВ НА ПУБЛІЧНУ ІНФОРМАЦІЮ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ…… 173

Хом'як Д.Р., Шестаков В.І.
ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПРАВОВІ МЕХАНІЗМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОСТУПУ ДО ПУБЛІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ В ДІЯЛЬНОСТІ ДЕРЖАВНОЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ ІНСПЕКЦІЇ УКРАЇНИ…… 177

Єрмак О.В.
ОКРЕМІ ПРОБЛЕМИ ДОТРИМАННЯ АДВОКАТСЬКОЇ ТАЄМНИЦІ…….. 180

Section: Management, Public Administration and Administration

Kharin S.
MANAGEMENT AND TECHNOLOGIES IN MODERN ENERGY……. 183

Петреченко С.
ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ДОСВІД ПУБЛІЧНОГО УПРАВЛІННЯ РЕАБІЛІТАЦІЄЮ ТА РЕІНТЕГРАЦІЄЮ ПОРАНЕНИХ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ…….. 185

Lashuk O., Paniotova Y.
MODERNIZATION OF THE EDUCATIONAL SPACE BASED ON THE PRINCIPLES OF INCLUSION AND ACCESSIBILITY…… 188

Церклевич В., Борщ А.
РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ ЯК ПРІОРИТЕТ ПУБЛІЧНОГО УПРАВЛІННЯ СТАЛИМ РОЗВИТКОМ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД…….. 192

Section: Marketing and Advertising

Дорош-Кізим М., Пасемко А., Семенів Ю., Дорош М.
ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ЯК ЧИННИК КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ: ЕКОНОМІЧНІ ЕФЕКТИ ТА МАРКЕТИНГОВІ МОЖЛИВОСТІ……. 195

Section: Medicine

Фарзуллаєв Н.Н., Гончаров А.С., Герасименко Н.В., Криворучко І.А.
КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНКИ РОЗВИТКУ ПОСТТУРНІКЕТНОГО СИНДРОМУ……... 207

Tsukor N.
STATUS OF COLLECTIVE IMMUNITY AGAINST MEASLES AMONG 6-YEAR-OLD CHILDREN IN THE CITY OF KHARKIV……. 212

Kochadze D., Sanaia L., Varshanidze N., Tchezhia M.
ANTI-INFLAMMATORY POTENTIAL OF ACHILLEA MILLEFOLIUM L., URTICA DIOICA L., MATRICARIA RECUTITA L., AND CALENDULA OFFICINALIS L. IN GEORGIAN MEDICINAL PLANT PRACTICE: A SOURCE-BASED PHARMACOGNOSTIC REVIEW…… 214

Татарко С.В., Невідома А.С.
СУЧАСНІ МЕТОДИ ВИЯВЛЕННЯ ТА ТЕРАПІЇ ПУХЛИН ГОЛОВНОГО МОЗКУ…… 226

Панасенко Н.Ю., Приймак С.Г.
СУЧАСНИЙ ПОГЛЯД НА ФАКТОРИ РИЗИКУ ТА ТЕОРІЇ ВИНИКНЕННЯ ЕНДОМЕТРІОЗУ…… 230

Ставицька О.Ф., Шаніна В.В., Чернуха О.В.
ВНЕСОК ЛЮБОВ ТРОХИМІВНИ МАЛОЇ У РОЗВИТОК КАРДІОЛОГІЇ УКРАЇНИ…… 234

Гривкова Л.В., Гривков С.С.
ТЕРАПЕВТИЧНЕ ВІКНО МІЖ МОЛЕКУЛЯРНОЮ РЕЗИСТЕНТНІСТЮ ТА РАДІОЛОГІЧНИМ ПРОГРЕСУВАННЯМ: КЛІНІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ESR1-МОНІТОРИНГУ ПРИ ПОШИРЕНОМУ РАКУ МОЛОЧНОЇ ЗАЛОЗИ…… 237

Ксьонз О.С., Котелюх М.Ю.
ВИСОКОПОТОКОВА НАЗАЛЬНА ОКСИГЕНОТЕРАПІЯ ПРИ ГОСТРІЙ ГІПОКСЕМІЧНІЙ ДИХАЛЬНІЙ НЕДОСТАТНОСТІ: СУЧАСНІ МОЖЛИВОСТІ ТА ОБМЕЖЕННЯ…… 241

Chernikova H.
ARTIFICIAL INTELLIGENCE-BASED ANALYSIS OF DIGITAL HISTOLOGICAL IMAGES…….. 243

Ксьонз О.С., Желєзнікова М.О.
СЕПСИС У РЕЦИПІЄНТІВ ТРАНСПЛАНТОВАНИХ ОРГАНІВ: ФАКТОРИ РИЗИКУ ТА ПРИНЦИПИ ЛІКУВАННЯ…….. 247

Ayvazyan T.
PHYSIOLOGICAL RATIONALE FOR THE USE OF OCCLUSIVE WRAPS TO MODIFY MICROCIRCULATION AND EPIDERMAL HYDRATION IN WOMEN…….. 250

Chernikova H.
STANDARDIZATION AND REPRODUCIBILITY OF DIGITAL HISTOLOGICAL STUDIES……. 255

Ескен К., Мирхамутова М., Пивень Л.И.
АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТЬ: СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ…….. 259

Section: Military affairs and national security

Полтавська О.В., Шепета О.В.
ПРОБЛЕМИ ТА НАПРЯМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОГО РЕГУЛЮВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ РЕЖИМНО-СЕКРЕТНИХ ОРГАНІВ В УКРАЇНІ……. 268

Шмиголь В., Станімак О., Калеников Р.
КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО ТОПОГРАФІЧНОГО ОРІЄНТУВАННЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ ПІДРОЗДІЛІВ В УМОВАХ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ ПРОТИДІЇ…….. 272

Літвінов Р.В., Тугарова О.К.
ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРАВОВИХ МЕХАНІЗМІВ ЗАХИСТУ ДЕРЖАВНОЇ ТАЄМНИЦІ В УКРАЇНІ ТА ЗАРУБІЖНИХ КРАЇНАХ…….. 275

Ярмош В., Рябова С., Сайчук К.
ОСОБЛИВОСТІ НАДАННЯ ДОПОМОГИ ПРИ ЗАТРИМЦІ ЕВАКУАЦІЇ (PROLONGED CASUALTY CARE) В УМОВАХ РОБОТИ ВОРОЖИХ БПЛА: ПРОТОКОЛИ ПІДТРИМКИ ТА ЗБЕРЕЖЕННЯ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ КІНЦІВОК ПРИ ТРИВАЛОМУ ВИКОРИСТАННІ ТУРНІКЕТА……. 279

Дідіченко В.
РОЛЬ НАУКОВО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ІННОВАЦІЙ У ПІДВИЩЕННІ СТІЙКОСТІ СЕКТОРУ БЕЗПЕКИ Й ОБОРОНИ УКРАЇНИ…….. 282

Вербицький А.В., Шепета О.В.
ОРГАНІЗАЦІЙНІ МЕХАНІЗМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВА В УМОВАХ ЗРОСТАННЯ КІБЕРЗАГРОЗ…….. 286

Section: Pedagogy, Philology and Linguistics

Mammadli C.
INTEGRATING STEAM EDUCATION AND OUTDOOR LEARNING.. 290

Bliashevska A., Oleksiiuk T.
USE OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES AT THE LESSONS AT PRIMARY SCHOOL……. 294

Самойлова І., Казаріна Л.
ВИКОРИСТАННЯ МНЕМОТЕХНІКИ У ФОРМУВАННІ МОВЛЕННЄВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ДІТЕЙ ДОШКІЛЬНОГО ВІКУ ІЗ ЗАГАЛЬНИМ НЕДОРОЗВИНЕННЯМ МОВЛЕННЯ ІІІ РІВНЯ……... 297

Bodyk O., Matviishyn M.
BETWEEN RECOGNISABILITY AND CULTURAL EXPLICATION: TRANSLATING ANTHROPONYMS IN BORIS JOHNSON'S THE CHURCHILL FACTOR INTO UKRAINIAN…….. 301

Bayramova A.E.
MÜASİR PEŞƏ-İXTİSAS TƏHSİLİ MÜƏSSİSƏLƏRİNDƏ ƏMƏLİ FƏALİYYƏTƏ HAZIRLIĞIN PEDAQOJİ MƏSƏLƏLƏRİ……... 317

Quliyeva K.R.
AZƏRBAYCANDA ALİ TƏHSİL MÜƏSSİSƏLƏRİNİN KEYFİYYƏTİNİN DƏYƏRLƏNDİRİLMƏSİ İSTİQAMƏTLƏRİ…… 320

Varlakova A., Bondar A.
PROJECT-BASED LEARNING FOR DEVELOPING COMMUNICATIVE COMPETENCE IN HIGHER EDUCATION STUDENTS…….. 328

Безкоровайний Ю.М., Мірошниченко Г.В.
НЕЙРОМЕРЕЖЕВИЙ МАШИННИЙ ПЕРЕКЛАД ТЕХНІЧНОЇ АНГЛІЙСЬКОЇ В ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЯХ: ТЕРМІНОЛОГІЯ ТА ЗАТРИМКА…….. 332

Трубіцина О.М., Степашин Д.П.
ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ІНТЕГРАЦІЇ STEM-ТЕХНОЛОГІЙ У НАВЧАННЯ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ В ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ…….. 334

Shaikhanova A., Bekeshova м, Tokkulieva A., Shangytbayeva G.
RESULTS OF PILOTING RECOMMENDATIONS FOR DEVELOPING TEACHERS' DIGITAL COMPETENCE AND AUTOMATED MONITORING BASED ON THE DTDC MODEL……. 337

Кучеренко І., Себало Л.І.
ФОРМУВАННЯ НАВИЧОК БЕЗПЕЧНОЇ ВЗАЄМОДІЇ МОЛОДШИХ ШКОЛЯРІВ ЗІ СМАРТПРИСТРОЯМИ ЯК ВИКЛИК ЦИФРОВОЇ ГУМАНІСТИЧНОЇ ПЕДАГОГІКИ…….. 344

Мостовий М.В., Сирко І.М.
ЛОНДОНСЬКИЙ ТЕКСТ У КОНТЕКСТІ РОЗВИТКУ АНГЛІЙСЬКОЇ ЛІТЕРАТУРИ: МЕТОДИКА ВИВЧЕННЯ У СТАРШІЙ ШКОЛІ……... 348

Hladkoskok L.
MICROLEARNING IN DEVELOPING STUDENTS' FOREIGN LANGUAGE LEXICAL COMPETENCE: THE DIDACTIC POTENTIAL OF QUIZLET AND OPPORTUNITIES FOR INTEGRATING DIGITAL TOOLS……. 354

Section: Pharmaceutics

Babanova O., Dolomakin Y.
STUDY OF THE PERFORMANCE OF A PADDLE-TYPE DRYER…… 358

Kovpak A., Yavorska O.
CURRENT PERSPECTIVES ON HERBAL THERAPIES FOR OBESITY MANAGEMENT……. 362

Section: Physical and mathematical sciences

Vidmachenko A.P.
WHAT ELSE NEEDS TO BE LEARNED ABOUT NEPTUNE'S MOON TRITON? …….. 367

Сіра О.В., Дегтяренко К.В.
КОЛИ ZERO-SHOT ВИГРАЄ: ЗАЛЕЖНІСТЬ ТОЧНОСТІ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗУВАННЯ ЧАСОВИХ РЯДІВ ВІД СТРУКТУРИ ДАНИХ…… 378

Білаш О., Сорокатий М., Войтович М., Нагорний М.
МОДИФІКОВАНА МОДЕЛЬ ЛАНЧЕСТЕРА ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ УДАРНИХ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ НА СПІВВІДНОШЕННЯ СИЛ У ТАКТИЧНОМУ БОЮ…… 381

Шевчук Л.В., Шлюнь Н.В., Заєць Ю.О., Шевчук А.В.
ЗАСТОСУВАННЯ GEOGEBRA ДО ЗНАХОДЖЕННЯ ПЛОЩ ФІГУР ЗА ДОПОМОГОЮ ВИЗНАЧЕНОГО ІНТЕГРАЛА……. 384

Section: Physical Culture and Sports

Кожокар М.В., Головачук В.В.
ВПЛИВ ФІТНЕСУ НА ФІЗИЧНЕ ЗДОРОВ’Я ТА ЯКІСТЬ ЖИТТЯ МОЛОДІ…… 389

Півень О., Лой Б.
СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ ПОЗАКЛАСНОЇ РОБОТИ З ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ В ПОЧАТКОВІЙ ШКОЛІ……. 391

Section: Psychology

Левченко В., Мамонов А.
ІНДИВІДУАЛЬНО-ПСИХОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ МОЛОДІ ЗІ СХИЛЬНІСТЮ ДО ХІМІЧНОЇ ЗАЛЕЖНОСТІ…… 402

Буряк В.
ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ІНСТРУМЕНТАРІЮ ДОСЛІДЖЕННЯ СТРЕСОСТІЙКОСТІ ТА КОПІНГ – СТРАТЕГІЙ В УМОВАХ ВІЙНИ…… 405

Косенко Н., Карасьова М.
ПСИХОСОЦІАЛЬНА БЕЗПЕКА ПРАЦІВНИКІВ
З ІНВАЛІДНІСТЮ В СУЧАСНОМУ РОБОЧОМУ СЕРЕДОВИЩІ….. 407

Кубасова Х.
ПСИХОЕМОЦІЙНИЙ СТАН ТА РЕСУРСИ КОПІНГ-ПОВЕДІНКИ
БАТЬКІВ ДІТЕЙ З ІНВАЛІДНІСТЮ В УМОВАХ ВОЄННОГО
СТАНУ…….. 411

Стахова О.О., Баргілевич Н.В.
УЯВЛЕННЯ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ-ЛОГОПЕДІВ ПРО
ДЖЕРЕЛА ПРОФЕСІЙНОЇ ІНФОРМАЦІЇ…….. 415

Section: Social Work and Consultation

Вішталюк Валерія Володимирівна
УМОВИ ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ
КЕРІВНИКІВ НАДАВАЧІВ СОЦІАЛЬНИХ ПОСЛУГ ЗАСОБАМИ
ПРОЄКТНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ…… 418

Гончаренко М.В.
ВОЄННІ ЧИННИКИ СЕРЕДОВИЩА ЯК РИЗИКИ СОЦІАЛЬНОЇ
ДЕЗАДАПТАЦІЇ СТУДЕНТІВ……... 421

Section: Technical Sciences

Motelchuk A., Ivanov Y., Borysiuk D., Kryvogubchenko S.
MODERN INFORMATION SYSTEMS FOR IT PROJECT
MANAGEMENT: ARCHITECTURE AND PROCESS OPTIMIZATION
BASED ON JIRA……... 424

Nikulin A.
PREDICTIVE SPEED CONTROL OF A CONVEYOR UNIT FOR
MINIMISING ELECTRICITY CONSUMPTION…… 427

Яценко І., Гордієнко А.
ОЦІНЮВАННЯ НАДІЙНОСТІ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ
ТЕХНІЧНОГО СТАНУ СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ
ТЯГОВИХ ПІДСТАНЦІЙ……... 432

Section: Tourism and Hotel and Restaurant Business

Хлопяк С., Степова Д.
ВПЛИВ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ТА ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА
РОЗВИТОК МІЖНАРОДНОГО ТУРИЗМУ……. 436

Section: Veterinary Medicine

Безпольотов Д.Є., Люта І.
РОЛЬ ВЕТЕРИНАРНОГО ЛІКАРЯ У ПРОФІЛАКТИЦІ ТА КОНТРОЛІ ОСОБЛИВО НЕБЕЗПЕЧНИХ ІНФЕКЦІЙНИХ ХВОРОБ ТВАРИН…… 442

Section: Accounting and Taxation

Боденчук Л.Б., Сторчова Н.І.
ПРОБЛЕМИ ДОКУМЕНТАЛЬНОГО ПІДТВЕРДЖЕННЯ ТА БУХГАЛТЕРСЬКОГО ОБЛІКУ ВИТРАТ ПІДПРИЄМСТВ, ПРОФІНАНСОВАНИХ ЗА РАХУНОК ГРАНТІВ…….... 450

Section: Accounting and Taxation

ВПЛИВ ЦИФРОВІЗАЦІЇ НА ФІНАНСОВУ СТІЙКІСТЬ ПІДПРИЄМСТВ В УМОВАХ ЕКОНОМІЧНОЇ НЕСТАБІЛЬНОСТІ

Боденчук Лілія Борисівна
кандидат економічних наук, доцент
Наку Марина Анатоліївна
здобувачка вищої освіти
Придунайська філія ПрАТ «ВНЗ «МАУП», Україна

Анотація. У тезах узагальнено механізми впливу цифровізації на фінансову стійкість підприємств в умовах економічної нестабільності. Розкрито роль автоматизації облікових операцій, електронного документообігу, моніторингу грошових потоків, цифрового фінансового аналізу та прогнозної аналітики у своєчасному виявленні фінансових загроз. Визначено, що результативність цифрових інструментів залежить від якості даних, інтеграції з фінансовим плануванням і внутрішнім контролем, а також належного управління кіберризиками.

Ключові слова: цифровізація, фінансова стійкість, фінансовий аналіз, грошові потоки, прогнозна аналітика, економічна нестабільність.

Вступ.

Економічна нестабільність посилює вимоги до швидкості та обґрунтованості фінансових рішень підприємства. Коливання попиту і цін, зміна вартості ресурсів, порушення постачання та зростання фінансових ризиків безпосередньо позначаються на ліквідності, платоспроможності й прибутковості. За таких умов періодичного аналізу фінансових показників недостатньо: управлінська система має своєчасно виявляти негативні зміни та забезпечувати можливість реагування на них.

Цифровізація розширює такі можливості, оскільки охоплює не лише автоматизацію окремих операцій, а й трансформацію процесів формування, передавання, аналізу та використання інформації. Сучасні дослідження пов’язують цифрову трансформацію з удосконаленням фінансового аналізу, формуванням стратегії фінансової стійкості та підвищенням адаптивності підприємств [1;2;7]. Водночас принциповим залишається питання не самого факту використання цифрових технологій, а механізму їх впливу на здатність підприємства зберігати фінансову рівновагу в нестабільному середовищі.

Мета та завдання дослідження. Метою дослідження є визначення механізму впливу цифровізації на фінансову стійкість підприємства та узагальнення напрямів використання цифрових інструментів для своєчасного виявлення і попередження фінансових загроз.

Результати дослідження та їх обговорення. Фінансова стійкість відображає здатність підприємства підтримувати прийнятний рівень ліквідності,

платоспроможності, фінансової незалежності та результативності, адаптуючись до змін зовнішнього і внутрішнього середовища. Цифрові технології не створюють фінансову стійкість безпосередньо і не збільшують автоматично обсяг ресурсів підприємства. Їхній вплив реалізується через інформаційно-аналітичний контур управління: підвищення оперативності та якості даних дає змогу раніше виявляти відхилення, точніше оцінювати їх наслідки та швидше коригувати управлінські рішення [6;7].

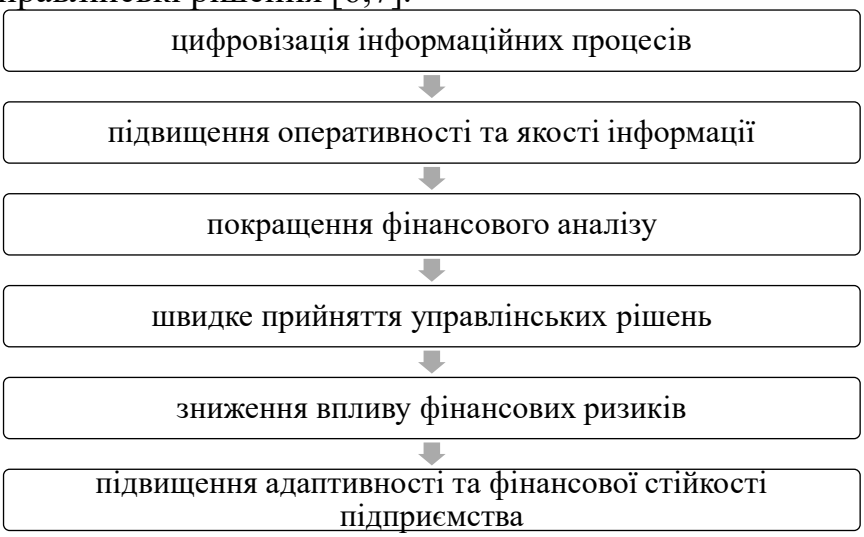


Рисунок 1. Ланцюжок формування управлінського ефекту від цифровізації інформаційних процесів

Джерело: сформовано авторами на основі [3;5;7].

Представлений механізм показує, що ключовою ланкою між технологією та фінансовим результатом є управлінське рішення. Саме тому оцінювати цифровізацію доцільно не за кількістю впроваджених програмних продуктів, а за тим, наскільки вони покращують контроль грошових потоків, витрат, заборгованості, фінансовий аналіз і прогнозування. Основні напрями такого впливу узагальнено в табл. 1.

Таблиця 1 Основні напрями впливу цифровізації на фінансову стійкість підприємства

Напрям цифровізації	Механізм впливу	Очікуваний результат для фінансової стійкості
Автоматизація облікових операцій	Скорочення ручного опрацювання даних	Зменшення помилок і витрат часу
Електронний документообіг	Прискорення формування, погодження та передавання документів	Підвищення оперативності управління
Моніторинг грошових потоків	Поточне відстеження надходжень і платежів	Підтримання ліквідності та платоспроможності
Цифровий фінансовий аналіз	Оперативне порівняння показників і виявлення відхилень	Раннє виявлення негативних тенденцій
Прогнозна аналітика	Моделювання альтернативних сценаріїв	Зниження невизначеності фінансового планування
Інтеграція інформаційних систем	Поєднання фінансових даних різних підрозділів	Підвищення обґрунтованості управлінських рішень

Джерело: складено авторами на основі [3;7].

Практично найбільш відчутним є вплив цифровізації на управління грошовими потоками. Навіть прибуткове підприємство може втратити платоспроможність у разі невідповідності строків надходження коштів і виконання зобов'язань. Поточний цифровий моніторинг платежів і очікуваних надходжень створює інформаційну основу для своєчасного коригування платіжного календаря та потреби у фінансуванні. Аналогічне значення має контроль дебіторської заборгованості: актуальні дані про строки погашення, прострочення та концентрацію боргу за контрагентами дають можливість раніше виявити ризик дефіциту оборотних коштів.

Цифрові інструменти також змінюють підхід до контролю витрат і фінансового прогнозування. Автоматизоване накопичення та групування даних прискорює виявлення перевищення планових витрат, що особливо важливо за скорочення попиту або зростання собівартості [4]. Прогнозна аналітика, своєю чергою, дозволяє оцінювати наслідки зміни обсягів продажу, витрат, строків розрахунків із контрагентами чи вартості залученого капіталу. Це створює передумови для переходу від констатації вже сформованої проблеми до сценарного оцінювання можливих фінансових загроз [1;5].

У цьому контексті важливого значення набуває система раннього попередження. Її основу може становити регулярний моніторинг взаємопов'язаних показників: грошових надходжень, дебіторської і кредиторської заборгованості, короткострокових зобов'язань, витрат та прибутковості. Негативна одночасна зміна кількох показників є сигналом для перегляду графіка платежів, структури витрат, умов роботи з контрагентами або потреби в додатковому фінансуванні. У такій системі цифрові технології виконують функцію інформаційного забезпечення рішення, але не підміняють професійне судження управлінця.

Поряд із позитивним ефектом цифрова трансформація створює додаткові ризики. Залежність від інформаційної інфраструктури підвищує чутливість підприємства до технічних збоїв і кіберзагроз; недостовірні або неактуальні дані можуть прискорити прийняття помилкового рішення; значні витрати на впровадження здатні погіршити фінансовий результат, якщо цифрове рішення не відповідає реальній управлінській потребі. Значення мають також цифрові компетентності персоналу, контроль доступу до фінансової інформації та резервне копіювання [3;6]. Тому цифровізація має бути цільовою: кожне рішення повинно бути пов'язане з конкретним завданням фінансового управління та очікуваним результатом.

Висновки. Проведене узагальнення дає підстави розглядати цифровізацію як інструмент підвищення адаптивності фінансового управління, а не як самостійну передумову фінансової стійкості. Її результативність визначається здатністю підприємства перетворювати оперативні та якісні дані на своєчасні рішення щодо ліквідності, витрат, заборгованості, фінансування і ризиків. За економічної нестабільності найбільшу цінність мають цифрові рішення, інтегровані з фінансовим плануванням, внутрішнім контролем і прогнозуванням, оскільки саме так формується можливість раннього виявлення негативних тенденцій та реагування на них до виникнення критичних фінансових наслідків.

Список використаних джерел

1. Антонюк О., Хома Д. Сучасні підходи до оцінки фінансового стану підприємства в умовах цифрової трансформації. Сталий розвиток економіки. 2026. № 1 (58). С. 685–690.
2. Голобородько А. Ю. Стратегія фінансової стійкості підприємств в умовах цифровізації. Сталий розвиток економіки. 2025. № 1 (52). С. 173–179.
3. Кравченко М. О., Салабай В. О. Роль цифрових трансформацій бізнес-процесів підприємств. Економічний вісник НТУУ «Київський політехнічний інститут». 2023. № 26. С. 148–153.
4. Луценко Є., Кузьомко В. М. Забезпечення фінансової стійкості підприємств в умовах цифрової економіки. Інноваційне підприємництво: стан та перспективи розвитку : зб. матеріалів VIII Всеукр. наук.-практ. конф. (м. Київ, 31 берез. 2023 р.). Київ : КНЕУ, 2023. С. 92-95.
5. Марусяк Н. Л. Забезпечення фінансової стійкості підприємств в умовах воєнного стану та економічної турбулентності. Сталий розвиток економіки. 2025. № 5 (56). С. 483–488.
6. Мельничук В. В. Інформатизація та диджиталізація обліку й звітності як інструмент підвищення фінансової безпеки підприємства. Сталий розвиток економіки. 2025. № 6 (57). С. 623–629.
7. Танклевська Н. С., Мірошниченко В. О. Фінансова стійкість підприємств в умовах цифрової економіки. Бізнес Інформ. 2024. № 3. С. 249–255.

Section: Architecture and Construction

КОЕФІЦІЄНТ КОНВЕКТИВНОГО ТЕПЛООБМІНУ НА ВНУТРІШНІЙ ПОВЕРХНІ ОГОРОЖІ ПРИ ЗМІШАНІЙ, ВИМУШЕНІЙ ТА ПРИРОДНІЙ КОНВЕКЦІЇ

Кузнєцов Владислав Андрійович
здобувач вищої освіти магістерського рівня
Пастухова Сусанна Валеріївна
старший викладач
Кафедра промислового та цивільного будівництва
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потебні
Запорізький національний університет, м. Запоріжжя, Україна

Анотація. У роботі було розглянуто особливості визначення коефіцієнта конвективного теплообміну на внутрішній поверхні огороджувальних конструкцій за умов природної, вимушеної та змішаної конвекції. Зокрема було проаналізовано застосування критеріїв Нуссельта, Рейнольдса, Прандтля, Грасгофа, Релея та Річардсона для оцінювання інтенсивності теплообміну. Також було обґрунтовано доцільність диференційованого вибору розрахункових залежностей з урахуванням геометрії поверхні, температурних умов і характеристик повітряного потоку та розглянуто підхід до врахування конвективної й радіаційної складових у теплотехнічному моделюванні будівель. Отримані теоретичні положення можуть бути використані для вдосконалення розрахунків теплових характеристик огороджувальних конструкцій та оцінювання енергоефективності будівель.

Ключові слова: коефіцієнт конвективного теплообміну, огороджувальні конструкції, природна конвекція, вимушена конвекція, змішана конвекція, теплотехнічне моделювання, енергоефективність будівель.

Введення. Підвищення енергоефективності житлових і громадських будівель потребує вдосконалення методів розрахунку теплових потоків через огороджувальні конструкції та точного визначення граничних умов теплообміну між поверхнями конструкцій і внутрішнім повітрям. Одним із параметрів, що характеризує інтенсивність цього процесу, є коефіцієнт конвективного теплообміну на внутрішній поверхні огородження, оскільки його величина залежить від різниці температур між поверхнею та повітрям, орієнтації конструкції, фізичних властивостей повітря та швидкості й характеру повітряних потоків у приміщенні. За природної конвекції рух повітря виникає переважно під дією сил плавучості, зумовлених температурною неоднорідністю середовища, а за вимушеної – визначається зовнішнім механічним спонуканням, зокрема роботою вентиляційного обладнання. Якщо обидва механізми мають істотний вплив на теплообмін, виникає змішана конвекція [1; 2].

Актуальність дослідження. Важливість зазначеної проблеми зумовлена необхідністю підвищення точності теплотехнічних розрахунків будівельних конструкцій в умовах поширення механічної вентиляції, систем повітряного опалення та кондиціонування. Застосування спрощених моделей поверхневого теплообміну без урахування особливостей руху повітря може обмежувати точність прогнозування температур внутрішніх поверхонь, локальних теплових потоків і параметрів мікроклімату. Водночас у нормативних розрахунках важливо розрізняти конвективну складову теплообміну та сумарний теплообмін, що включає конвекцію й теплове випромінювання. Державні будівельні норми України, зокрема ДБН В.2.6-31:2021, встановлюють вимоги до теплотехнічних показників огороджувальних конструкцій та енергоефективності будівель [3], тоді як, міжнародний стандарт ISO 6946 регламентує розрахунок термічного опору й теплопередачі будівельних елементів із використанням установлених значень поверхневого термічного опору [1]. При цьому, для деталізованого моделювання, за специфічних умов руху повітря, доцільно додатково розглядати залежні від режиму конвекції розрахункові кореляції.

Мета роботи полягає в аналізі методів визначення коефіцієнта конвективного теплообміну на внутрішній поверхні огороджувальних конструкцій за умов природної, вимушеної та змішаної конвекції й обґрунтування підходу до їх застосування в теплотехнічному моделюванні.

Для досягнення поставленої мети передбачено виконання таких **завдань:**

– проаналізувати фізичні механізми конвективного теплообміну;

– систематизувати основні безрозмірні критерії та розрахункові залежності;

– визначити чинники, що впливають на вибір моделі теплообміну;

– сформулювати алгоритм урахування конвективної складової під час оцінювання теплових характеристик огороджувальних конструкцій.

Результати дослідження і їх обговорення. Інтенсивність конвективного теплообміну між внутрішнім повітрям і поверхнею огородження характеризується коефіцієнтом конвективного теплообміну, який пов’язує густину конвективного теплового потоку з різницею температур повітря та поверхні, згідно умови (1):

$$q''_{conv} = h_c(T_a - T_s), \quad (1)$$

де $[q''_{conv}]$ – густина конвективного теплового потоку, [Вт/м^2]; $[h_c]$ – коефіцієнт конвективного теплообміну, [Вт/(м^2*К)]; $[T_a]$ – температура повітря приміщення, [К] або [°С]; $[T_s]$ – температура внутрішньої поверхні огородження, [К] або [°С]. Знак теплового потоку визначається співвідношенням температур. Залежність (1) є базовим співвідношенням конвективного теплообміну, яке використовується, зокрема, у моделях теплового балансу будівель [2].

Для узагальнення процесів конвективного теплообміну застосовують певні критерії подібності. Зокрема, критерій Нуссельта, відповідно до умови (2),

характеризує відносну інтенсивність конвективного перенесення теплоти, порівняно з теплопровідністю в прилеглому середовищі:

$$\mathrm{Nu} = \frac{\mathrm{h_c} * \mathrm{L}}{\lambda_a}, \quad (2)$$

де [L] – геометричний розмір, [м]; [λ_a] – коефіцієнт теплопровідності повітря, [Вт/(м*К)]. Критерій Нуссельта дає змогу визначати інтенсивність конвективного теплообміну через відповідну кореляцію. При цьому важливо, що параметр [L] вибирають, відповідно до конкретної моделі: це може бути висота стіни або довжина поверхні вздовж потоку [2]. У свою чергу, за вимушеної конвекції, критерій Нуссельта зазвичай виражають через критерії Рейнольдса та Прандтля. Так, критерій Рейнольдса, згідно умови (3), характеризує співвідношення інерційних і в'язкісних сил у потоці, зокрема, він використовується для вибору кореляції вимушеної конвекції [2]:

$$\mathrm{Re} = \frac{\mathrm{vL}}{\nu}, \quad (3)$$

де [v] – характерна швидкість повітря, [м/с]; [L] – характерний розмір, [м]; [ν] – кінематична в'язкість повітря, [$м^2/с$].

Важливо, що для меж ламінарного й турбулентного режимів, які залежать від геометрії та характеру потоку, не можна механічно переносити критерії для обтікання плоскої пластини на будь-яку систему вентиляції приміщення.

У свою чергу, критерій Прандтля, згідно умови (4), характеризує співвідношення перенесення імпульсу й теплоти в середовищі. Для повітря його визначають за теплофізичними властивостями за певної температури [2]:

$$\mathrm{Pr} = \frac{\nu}{\mathrm{a}}, \quad (4)$$

де [a] – температуропровідність повітря, [$м^2/с$].

За умов вимушеної конвекції критерій Нуссельта, зазвичай, визначається залежністю (5), відповідно до якої, конкретна функція [f] буде залежати від конфігурації потоку та граничних умов:

$$\mathrm{Nu} = \mathrm{f}(\mathrm{Re}; \mathrm{Pr}), \quad (5)$$

Щодо змішаної конвекції, то за її умов, одночасно впливають сили плавучості та інерційні сили потоку. Зокрема, для характеристики впливу сил плавучості на рух повітря застосовують критерій Грасгофа, згідно умови (6), який є одним з основних параметрів для аналізу конвекції [2]:

$$\mathrm{Gr} = \frac{\mathrm{g}\beta|\mathrm{T_s} - \mathrm{T_a}|\mathrm{L}^3}{\nu^2}, \quad (6)$$

де [g] – прискорення вільного падіння, [$м/с^2$]; [β] – коефіцієнт об'ємного теплового розширення повітря, [$К^{-1}$]; [$\mathrm{T_s} - \mathrm{T_a}$] – різниця температур поверхні та повітря, [К] або [°С]; [L] – характерний розмір поверхні, [м].

У свою чергу, об'єднання впливу сил плавучості, в'язкості й температуропровідності виражається через критерій Релея, згідно умови (7) [2]:

$$\mathrm{Ra} = \mathrm{Gr} * \mathrm{Pr}, \quad (7)$$

Відповідно до вище зазначеного, для природної конвекції критерій Нуссельта можна подати у вигляді залежності (8) [2]:

$$\mathrm{Nu} = \mathrm{f}(\mathrm{Ra}; \mathrm{Pr}), \quad (8)$$

При цьому, для конкретного розрахунку потрібно вибрати емпіричну залежність, що відповідає потрібній орієнтації стіни, напрямку теплового потоку та діапазону критерія Релея загалом.

Для попереднього оцінювання відносної ролі сил плавучості та вимушеного руху повітря, застосовують критерій Річардсона, відповідно до умови (9) [2; 4]:

$$\mathrm{Ri} = \frac{\mathrm{Gr}}{\mathrm{Re}^2}, \quad (9)$$

Значення [Ri] характеризує відносну роль природної та вимушеної конвекції, однак межі режимів залежать від конфігурації потоку й умов задачі. Тому вибір розрахункової залежності не повинен ґрунтуватися лише на одному критеріальному показнику без перевірки її сфери застосування. При цьому варто зазначити, що якщо [Ri] значно менший за одиницю, більш істотним може бути вплив вимушеного потоку; якщо [Ri] значно більший за одиницю, більш істотним може бути вплив природної конвекції; якщо [Ri] має порядок одиниці, обидва механізми можуть бути суттєвими [2; 4].

У сучасних програмних засобах моделювання енергетичних характеристик будівель передбачено різні алгоритми визначення коефіцієнтів конвективного теплообміну на внутрішніх поверхнях. Наприклад, EnergyPlus реалізує моделі, що враховують орієнтацію поверхні, різницю температур, а також окремі конфігурації повітророзподілення, зокрема подачу повітря через стельові дифузори [2; 4]. Це підтверджує доцільність вибору моделі відповідно до фактичних умов руху повітря, а не автоматичного застосування одного значення коефіцієнта для всіх поверхонь. Важливо також розмежовувати конвективний коефіцієнт і сумарний коефіцієнт теплообміну, що враховує конвекцію та випромінювання. У спрощеному наближенні поверхневий термічний опір можна записати, відповідно до залежності (10) [2; 5]:

$$\mathrm{R_s} = \frac{1}{\mathrm{h_c} + \mathrm{h_r}}, \quad (10)$$

де [$\mathrm{R_s}$] – поверхневий термічний опір, [(м^2*К)/Вт]; [$\mathrm{h_c}$] – коефіцієнт конвективного теплообміну, [Вт/(м^2*К)]; [$\mathrm{h_r}$] – еквівалентний коефіцієнт радіаційного теплообміну, [Вт/(м^2*К)].

На Рисунку 1 представлено схему послідовності визначення коефіцієнта конвективного теплообміну на внутрішній поверхні огородження, відповідно до аспектів визначених попередньо в роботі.



Рисунок 1. Послідовність визначення коефіцієнта конвективного теплообміну на внутрішній поверхні огородження

З огляду на викладене, розрахунковий алгоритм оцінювання теплообміну доцільно будувати послідовно – за таким порядком:

1) визначати геометрію огородження й теплофізичні властивості повітря;

2) установлювати температурні умови й характеристики повітряного потоку;

3) визначати критерії подібності;

4) обирати кореляцію, яка відповідає конфігурації та режиму руху;

5) розраховувати $[h_c]$;

6) за необхідності враховувати радіаційний теплообмін і використовувати відповідні поверхневі граничні умови в моделі огороджувальної конструкції.

За наявності значної неоднорідності швидкостей повітря на поверхні стіни доцільно розглядати локальні значення коефіцієнта або обґрунтоване усереднення за площею.

Загалом, запропонований підхід може бути використаний під час деталізованого теплотехнічного аналізу приміщень із механічною вентиляцією, повітряним опаленням або локальним повітророзподіленням. Для оцінки можливого впливу руху повітря доцільно порівнювати результати розрахунку за нормативними поверхневими опорами з результатами моделювання, що враховує конкретні граничні умови. При цьому збільшення коефіцієнта конвективного теплообміну саме по собі не означає обов’язкового збільшення тепловтрат назовні, оскільки напрям і величина теплового потоку залежать

також від температур повітря та поверхні й від термічного опору всієї конструкції. Аналогічно, зменшення ризику поверхневої конденсації потребує спільного аналізу температури поверхні, вологості внутрішнього повітря, теплових мостів і повітророзподілення.

Висновок. Підсумовуючи, варто зазначити, що коефіцієнт конвективного теплообміну на внутрішній поверхні огороджувальних конструкцій залежить від температурного напору, геометрії поверхні, властивостей повітря та характеристик повітряного потоку. За умов вимушеної та змішаної конвекції застосування розрахункових кореляцій, що відповідають фактичним граничним умовам, дає змогу детальніше описувати тепловий обмін між поверхнями й повітрям приміщення. Для коректного теплотехнічного моделювання необхідно відокремлювати конвективну складову від радіаційної та розрізняти локальні коефіцієнти й нормативні усереднені значення. Подальші дослідження доцільно спрямувати на порівняння обраних кореляцій для типових конфігурацій повітророзподілення в приміщеннях та оцінювання їхнього впливу на температури внутрішніх поверхонь і тепловий баланс будівель.

Список використаних джерел

1. ДСТУ EN ISO 6946:2022. Будівельні компоненти. Термічний опір і теплопроникність. Методи розрахунку (EN ISO 6946:2017, IDT; ISO 6946:2017, IDT). [Чинний від 2018-12-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2018. 44 с.
2. Inside Heat Balance. EnergyPlus Documentation – EnergyPlus 27.1 documentation : website. URL: https://energyplus.readthedocs.io/en/latest/guides/engineering-reference/3.6-inside-heat-balance.html
3. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. [На заміну ДБН В.2.6-31:2016: чинний від 2022-09-01]. Київ : Мінірегіон України, 2022. 23 с. URL: https://e-construction.gov.ua/files-token/677a6a5a7636054d3ed350e668415e0e
4. Group – Simulation Parameters. EnergyPlus Documentation – EnergyPlus 27.1 documentation : website. URL: https://energyplus.readthedocs.io/en/latest/guides/input-output-reference/1.5-group-simulation-parameters.html
5. ISO 6946:2017. Building components and building elements. Thermal resistance and thermal transmittance. Calculation methods. 4th ed. Geneva : International Organization for Standardization, 2017. 41 p.

DOI 10.70286/EOSS-26.10.2026.001.25-27

НАУКОВО-ДОСЛІДНА ПІДГОТОВКА ДО ВИРОБНИЦТВА НОВОЇ БУДІВЕЛЬНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Амеліна Н.О.
к.т.н., доцент
Петрикова Є.М.
к.т.н., доцент
Майстренко А.А.
к.т.н., доцент
Кафедра технології будівельних конструкцій і виробів
Київський національний університет будівництва і архітектури
Україна

Сучасний ринок будівельних матеріалів вимагає постійного оновлення асортименту через жорсткі екологічні стандарти (Green Deal), зростання цін на енергоносії та потребу в енергоефективних спорудах.

Випуск будь-якого нового виробу (прогресивного бетону, композитів, сухих сумішей, термоізоляції) без глибокої наукової підготовки веде до високого відсотка браку, фінансових втрат та невідповідності нормам безпеки.

Науково-дослідна підготовка до виробництва — це комплекс наукових, інженерно-технічних та експериментальних робіт, спрямованих на створення продукції з наперед заданими експлуатаційними властивостями.

Головною метою НДПВ є обґрунтування перспективних напрямів розвитку принципово нової техніки, прогресивних технологій та прогресивної організації виробництва задля підвищення конкурентоспроможності підприємства.

Ефективність цього процесу оцінюється за двома ключовими критеріями:

• Мінімізація витрат часу та всіх видів ресурсів (матеріальних, фінансових, людських).

• Максимізація техніко-економічного ефекту від впровадження результатів у реальний виробничий процес.

Основні завдання науково-дослідної підготовки:

- Розробка оптимальної рецептури та фізико-хімічної структури матеріалу;
- Економічне обґрунтування використання локальної або вторинної сировини (наприклад, переробка будівельних відходів, шлаків);
- Мінімізація енергомісткості виробничого процесу;
- Забезпечення довговічності та екологічної безпеки продукту.

Етапи науково-дослідної підготовки

Процес створення нового матеріалу або виробу є послідовним і складається з чотирьох ключових фаз:

1. Теоретичні та маркетингові дослідження

- Аналіз патентної чистоти та існуючих світових аналогів;
- Визначення технічних вимог до майбутнього матеріалу відповідно до ДСТУ та європейських стандартів (EN);
- Прогнозування попиту в сучасних архітектурних та конструктивних рішеннях.

2. Лабораторний етап (Розробка рецептури матеріалу)

- Дослідження сировини**.** Аналіз мінералогічного, гранулометричного та хімічного складу компонентів;
- Синтез та моделювання**.** Створення перших експериментальних зразків у лабораторних умовах;
- Первинні випробування**.** Тестування базових характеристик: міцність на стиск/вигин, морозостійкість, водопоглинання, теплопровідність.

3. Експериментально-промисловий етап

- Масштабування технології. Перехід від лабораторних до промислових параметрів;
- Виготовлення дослідної партії**.** Тестування розробленої рецептури на напівпромислових установках або експериментальних лініях заводу;
- Коригування параметрів. Оптимізація режимів формування, термообробки (наприклад, пропарювання бетону або випалювання цегли).

4. Сертифікація та стандартизація

- Проведення незалежних сертифікаційних випробувань в акредитованих лабораторіях.
- Розробка та реєстрація нових Технічних умов (ТУ) або стандартів підприємства (СТУ), якщо аналогів продукту в країні немає.
- Оформлення Декларації експлуатаційних характеристик згідно із Законом України «Про надання будівельної продукції на ринку».

Специфіка науково-дослідної підготовки в будівельній індустрії

Створення будівельних матеріалів має низку специфічних галузевих особливостей:

- Фактор часу (довговічність**).** Будівельні конструкції розраховані на 50–100 років експлуатації. НДП обов'язково включає методи прискорених кліматичних випробувань (імітація сотень циклів заморожування, температурних коливань, впливу агресивних середовищ);
- Залежність від місцевої сировинної бази**.** Будматеріали — це переважно багатотоннажна продукція, яку економічно невигідно везти здалеку. Наукові дослідження завжди адаптують під специфіку кар'єрів та відходів промисловості конкретного регіону;
- Взаємодія компонентів**.** Дослідження мікроструктури нової речовини на рівні кристалогідратів (для цементних систем) або міжмолекулярних зв'язків (для полімерних та композитних матеріалів).

Цифрові інструменти в сучасній НДП

Сучасна наука в будіндустрії мінімізує метод «проб і помилок» завдяки ІТ-технологіям:

- Комп'ютерне моделювання матеріалів (МКЕ — метод скінченних елементів). Прогнозування поведінки залізобетонних чи металевих виробів під навантаженням ще до їхнього фізичного відливання.
- Штучний інтелект та Big Data. Використання нейромереж для прогнозування міцності бетону чи властивостей сухих сумішей на основі хімічного складу вхідних інгредієнтів.
- Цифрові двійники (Digital Twins). Створення віртуальної моделі виробничої лінії для оптимізації енерговитрат при тепловологісній обробці, випалюванні чи сушінні матеріалів.

Організація проведення науково-дослідних робіт (НДР) — це чітко регламентований процес, який в Україні регулюється державними стандартами. Головна мета організації НДР — забезпечити високий науково-технічний рівень розробки, раціонально використати ресурси та чітко дотриматися термінів.

Таким чином, науково-дослідна підготовка в будівельній галузі є фундаментом для створення конкурентоспроможної будівельної продукції. Вона мінімізує ризики випуску неякісного товару на ринок. Глибока інтеграція лабораторних досліджень із цифровим моделюванням дозволяє скоротити термін впровадження нових матеріалів у серійне виробництво в кілька разів.

Список використаних джерел

1. Прокопчук Л. М., Шабанов Р. М. Інноваційно-екологічні аспекти розвитку вітчизняного підприємництва. Бізнес Інформ. 2024. №2. С. 91–97.
2. Шматковська Т. О., Сосна Г. М. До проблематики підвищення ефективності діяльності підприємства на інноваційних засадах. Фінансовий простір. 2016. № 1(21). С. 114–118.
3. Герасимчук В. Г. Стратегічне управління інноваційним розвитком підприємства . Київ: КНЕУ, 2021. 352 с.
4. Черваньов Д. М. Менеджмент інноваційно-інвестиційного розвитку підприємств . Київ: Знання, 2022. 415 с.
5. Гринько Т. В., Гвініашвілі Т. З. Організаційно-економічне забезпечення науково-технічної підготовки виробництва на засадах цифровізації. Бізнес Інформ . 2022. № 8. С. 114-121.

Section: Art History and Literature

ТРАНСФОРМАЦІЯ МЕТОДІВ ПРОЕКТУВАННЯ ІНТЕР'ЄРІВ ПІД ВПЛИВОМ СУЧАСНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Кулик Андрій
кандидат мистецтвознавства
Кафедра дизайну і технологій
Київський національний університет культури і мистецтва, Україна
https://orcid.org/ 0000-0002-9722-5585

Сучасне проектування інтер'єрів характеризується інтенсивним переходом від ручних графічних засобів до цифрового моделювання, автоматизованого опрацювання проектної документації та інтерактивної візуалізації. Комп'ютерні технології впливають не лише на швидкість виконання проектних операцій, а й на способи формування концепції, перевірки композиційних рішень, узгодження технічних параметрів і презентації проекту замовникові. Українські дослідники розглядають доповнену реальність як засіб наочного представлення проектної ідеї та оптимізації взаємодії учасників проектування [1], а BIM-технології – як інструмент інтегрованого проектування й управління інформацією [2, 4]. Водночас постає потреба систематизованого осмислення питання про те, як саме цифровізація змінює структуру та послідовність методів роботи дизайнера інтер'єру. Таким чином, метою дослідження стало визначення основних напрямів трансформації методів проектування інтер'єрів під впливом сучасних комп'ютерних технологій і розробка класифікації цих змін за функціональним призначенням цифрових інструментів.

У процесі дослідження було застосовано порівняльний аналіз традиційних і цифрових методів проектування, систематизацію комп'ютерних технологій за їхніми функціями, а також структурно-функціональний підхід до визначення змін у послідовності проектних операцій. Теоретичною основою стали українські наукові публікації, присвячені цифровим технологіям у дизайні, застосуванню доповненої реальності та інформаційному моделюванню [1-5].

За результатами дослідження встановлено, що трансформація методів проектування інтер'єру відбувається не тільки через заміну традиційних інструментів цифровими аналогами, а й через зміну характеру проектної діяльності: від послідовного створення креслень і візуальних матеріалів – до взаємопов'язаного моделювання, багаторазового коригування та комплексного оцінювання проектного рішення.

На основі порівняльного аналізу було сформовано авторську класифікацію трансформацій за трьома напрямами: графічно-моделювальний, інформаційно-координаційний і візуально-комунікаційний. Вона дає змогу розглядати

комп'ютерні технології не як ізольований перелік програм, а як чинник структурної зміни проектного процесу.

Графічно-моделювальний – передбачає перехід від ручного креслення до комп'ютерного двовимірного креслення та тривимірного моделювання. Цифрові засоби дають змогу оперативніше змінювати планувальні схеми, пропорції, розміщення меблів і параметри предметно-просторового середовища. Водночас роль дизайнера полягає не лише у створенні цифрової моделі, а й у визначенні доцільності запропонованих рішень.

Інформаційно-координаційний – пов'язаний із використанням інформаційного моделювання будівель (BIM), яке дає змогу узгоджувати просторові, конструктивні та інженерні характеристики об'єкта в межах взаємопов'язаної моделі. На відміну від роботи з окремими кресленнями, такий підхід посилює взаємозалежність проектних даних і сприяє виявленню суперечностей між різними складниками проекту.

Візуально-комунікаційний – охоплює фотореалістичну візуалізацію, анімацію, віртуальну та доповнену реальність. Ці технології розширюють можливості оцінювання простору до початку реалізації, дають змогу наочно демонструвати матеріали, освітлення, колористику та взаємне розташування елементів. Застосування доповненої реальності також сприяє співвіднесенню цифрової моделі з реальним середовищем і полегшує комунікацію між дизайнером і замовником.

Порівняння трьох напрямів дає підстави стверджувати, що цифровізація змінює не тільки засоби виконання проекту, а й логіку прийняття рішень. Якщо традиційний процес значною мірою спирався на послідовне опрацювання графічних матеріалів, то сучасні технології створюють умови для циклічного процесу: моделювання – візуального оцінювання – коригування – повторної перевірки. Це сприяє більш ранньому виявленню недоліків, проте результативність залежить від компетентності дизайнера, якості вихідних даних і сумісності програмних засобів.

У цілому, сучасні комп'ютерні технології розширюють інструментарій дизайнера інтер'єру та змінюють способи моделювання, координації й презентації проектних рішень. Водночас цифрові інструменти не замінюють професійного мислення дизайнера, а підсилюють його можливості за умови критичного оцінювання результатів і свідомого вибору технологій відповідно до завдань конкретного інтер'єрного проекту.

Список використаних джерел

1. Бойко В. А. Технологія доповненої реальності як інструмент для оптимізації дизайнерської роботи при проєктуванні інтер'єру. Український мистецтвознавчий дискурс. 2023. № 2. С. 21–27. DOI: https://doi.org/10.32782/uad.2023.2.3
2. Брильов С. В., Козик В. В., Палієнко О. О. Дизайн та цифрові технології: сучасні тренди, інновації та виклики. АРТПРОСТІР. 2025. Т. 5, № 1. С. 88–104. DOI: https://doi.org/10.28925/2519-4135.2024.56

3. Кушнарьова Н. Комп'ютерна графіка в навчальному процесі як запорука розвитку креативності майбутніх учителів технологій. Вісник [Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка]. Серія: Педагогічні науки. 2024. № 29-30 (185-186). С. 98–102. DOI: https://doi.org/10.58407/visnik.242918
4. Левченко О. В., Михайленко А. В. Проблеми впровадження BIM технологій в освітній процес. Сучасні проблеми архітектури та містобудування. 2024. № 68. С. 22–37. DOI: https://doi.org/10.32347/2077-3455.2024.68.22-37
5. Потапенко М. В., Демиденко О. І., Потапенко Г. М. Використання цифрових інтерактивних технологій в освітньому середовищі спеціальності 022 Дизайн. Український мистецтвознавчий дискурс. 2023. № 3. С. 85–90. DOI: https://doi.org/10.32782/uad.2023.3.11

КОРЕКЦІЯ СТУДЕНТСЬКИХ РОБІТ З ЖИВОПИСУ: МЕЖІ ПЕДАГОГІЧНОГО ВТРУЧАННЯ

Яланський Андрій Вікторович
професор
Кафедра живопису та композиції
Національна академія образотворчого мистецтва і архітектури
Київ, Україна

Педагогічна корекція навчального живопису має допомогти студентові зрозуміти причину помилки та самостійно продовжити роботу. Викладач визначає, на що спрямувати увагу, які знання актуалізувати й коли потрібен наочний приклад. Від способу цієї допомоги залежить, яку частину рішення студент знаходить сам. Мета тез — окреслити межі втручання викладача на основі осмислення власного досвіду викладання живопису в Національній академії образотворчого мистецтва і архітектури. Розглянуто запитання, словесне пояснення та демонстрацію як способи спрямування самостійної роботи студента. Матеріал має характер методичного узагальнення педагогічного досвіду.

Теоретичні орієнтири для такого аналізу дають дослідження зворотного зв'язку та навчання у мистецькій майстерні. Дж. Гетті й Г. Тімперлі розглядають зворотний зв'язок як інформацію про виконання завдання або його розуміння; навчальна цінність цієї інформації залежить від її змісту та способу надання [1]. У моделі Studio Thinking спостереження й рефлексія належать до навичок мислення, що розвиваються на заняттях мистецтвом, а демонстрація, практична робота та обговорення виокремлені як форми організації навчання [2]. Ці положення дають змогу проаналізувати, як викладацьке пояснення пов'язується з подальшими діями студента.

У власній практиці корекцію починаю із запитань. Вони допомагають з'ясувати, як студент розуміє побачене і на чому ґрунтується його живописне рішення. Коли виявляється потреба, повертаюся до базових понять світла й тіні, нагадую про колірний спектр. Таке пояснення слід пов'язувати з конкретною проблемою в роботі: студент має співвіднести відоме йому поняття з тим, що спостерігає в натурі. Запитання водночас дає викладачеві змогу уточнити причину труднощів і обрати наступний крок допомоги.

Обсяг підтримки залежить від підготовки студента. За моїми спостереженнями, прогалини в базових знаннях і навичках зумовлюють потребу в допомозі кожному в групі. Тому самостійний пошук потребує своєчасного педагогічного спрямування. Запитаннями й підказками можна підвести студента до рішення, залишивши йому можливість перевірити його на власному полотні. Доцільність допомоги визначається тим, чи робить вона наступну дію зрозумілою та посильною для конкретного студента.

Безпосередньої правки пензлем на студентському полотні у своїй роботі не застосовую. Для показу використовую окремі приклади та майстер-класи. За такого способу навчання студент спостерігає виконання, а потім самостійно вирішує живописне завдання у власній роботі. Водночас допускаю обмежене втручання в практиці колег: невеликого показу на полотні може бути достатньо студентові, який уважно аналізує дію викладача. Ця позиція передбачає оцінювання навчальної мети й обсягу правки в кожному випадку. Межа втручання проходить там, де студент зберігає можливість осмислити показаний прийом і сам виконати подальшу роботу.

Окремої уваги потребує розрізнення помилки та індивідуального бачення. З'ясувати задум допомагає розмова зі студентом і обговорення в групі. Якщо студент має власне бачення, підтримую його. Методично це означає, що перед корекцією потрібно почути пояснення вибору. Відмінність від звичного для викладача рішення сама собою не є достатньою підставою для виправлення. Водночас пояснення задуму варто співвіднести з навчальним завданням, щоб визначити, які вимоги студент уже виконує, а які ще потребують опрацювання.

Показовий випадок із практики стосувався зображення білої сорочки натурника. Студент написав її білою фарбою безпосередньо з тюбика. Для пояснення поряд із сорочкою було поставлено білий аркуш паперу як зоровий орієнтир. У конкретних умовах постановки папір сприймався значно світлішим за тканину. Зіставлення давало змогу показати тональну різницю між двома поверхнями, які студент називав однаково білими. Подальше завдання полягало в доборі суміші білої фарби з іншими фарбами, щоб передати спостережуваний відтінок тканини та її світлоту у співвідношенні з іншими частинами натури.

Методичний зміст цього прикладу полягає в навчанні порівнювати тональні й колірні відношення. Уявлення про білий колір сорочки саме собою не визначає, наскільки світлою її потрібно написати. Це рішення потребує спостереження за освітленням тканини та зіставлення її з навколишніми поверхнями. Й. Альберс у праці «Interaction of Color» розглядає відносність сприйняття кольору та навчає

досліджувати її через наочні зіставлення [3]. У наведеній ситуації білий аркуш слугував порівняльним тональним орієнтиром, який допомагав конкретизувати пояснення викладача. Студентові залишалося самостійно знайти фарбову суміш і узгодити тон зображеної сорочки із загальними тональними відношеннями етюду. Цей випадок ілюструє спосіб пояснення; стійкість засвоєння прийому потребує спостереження за подальшими роботами.

Поточне розуміння порад з'ясовую у спілкуванні: студенти прагнуть розповісти, що саме вони зрозуміли. Таке пояснення допомагає побачити, як студент осмислив зауваження, і за потреби уточнити його. Для оцінювання подальшої самостійності доцільно також простежити, чи може він застосувати зрозумілий принцип у новій роботі. У випадку з білою сорочкою ознакою такого перенесення було самостійне порівняння студентом світлих ділянок натури й добір їхніх тональних та колірних відношень без повторного нагадування. Це пропонований орієнтир для педагогічного спостереження.

Узагальнення досвіду дає підстави запропонувати таку послідовність корекції: з'ясування студентського розуміння через запитання, уточнення необхідних понять, залучення наочного порівняння або окремого показу, самостійне продовження роботи та обговорення знайденого рішення. Послідовність можна скорочувати чи доповнювати відповідно до конкретних труднощів. Її практичний сенс полягає в тому, щоб студент розумів причину запропонованої зміни й мав можливість здійснити її сам.

Межі педагогічного втручання в навчальний живопис визначаються співвідношенням потрібної допомоги та самостійних дій студента. У розглянутому досвіді викладач організовує спостереження, ставить запитання й демонструє прийоми окремо від студентського полотна. Приклад із білою сорочкою показує, як порівняння з натурним орієнтиром конкретизує пояснення. Обґрунтована корекція має залишати студентові зрозуміле завдання для власної роботи, а її подальше оцінювання потребує уваги до того, як він застосовує пораду в нових навчальних ситуаціях.

Список використаних джерел

1. Hattie J., Timperley H. The Power of Feedback. Review of Educational Research. 2007. Vol. 77, no. 1. P. 81–112. DOI: https://doi.org/10.3102/003465430298487.
2. The Framework. Studio Thinking. URL: https://www.studiothinking.org/the-framework.html (дата звернення: 19.10.2026).
3. Albers J. Interaction of Color. 50th Anniversary Edition. New Haven ; London : Yale University Press, 2013. 208 p. ISBN 9780300179354. URL: https://yalebooks.yale.edu/book/9780300179354/interaction-of-color/ (дата звернення: 19.10.2026).

Section: Biology and Microbiology

SPATIAL DIFFERENTIATION OF THE OXYGEN EQUIVALENT OF BIOMASS IN A BLACK LOCUST (ROBINIA PSEUDOACACIA L.) POPULATION

Kunakh Olha
Doctor of Biological Sciences, Professor
Kochetkova Daria
Student
Department of Biodiversity and Ecology
Oles Honchar Dnipro National University, Ukraine

Black locust (Robinia pseudoacacia L.) has long been established in many countries and is now a common component of landscapes in Central and Eastern Europe. Its long history of use in afforestation has made it a widespread forest tree, and in some countries it is an important part of the economy (Puchałka et al., 2021; Vítková et al., 2020). The species possesses numerous valuable properties that make it an important component of forestry and provide substantial ecological and economic benefits (Kunakh et al., 2023).

On the other hand, black locust has positive economic but negative ecological impacts on ecosystems, creating conflicts of interest among conservation authorities, forestry managers, urban greening services, beekeepers, and the public when management priorities are established (Sádlo et al., 2017; Vítková et al., 2017). Consequently, the role of black locust in European ecosystems remains debated, particularly given its alien origin. Moreover, several researchers consider its classification as an invasive species to remain speculative (Rega et al., 2018; Rusňák et al., 2022; Sádlo et al., 2017; Vítková et al., 2015). These divergent views highlight the need for a comprehensive understanding of the species and further local investigations.

Tree stands play an important role in regulating ecosystem carbon balances by accumulating atmospheric carbon through photosynthesis, a process accompanied by the release of molecular oxygen (Fekete et al., 2025, Piao et al., 2019). The amount of carbon stored in tree biomass can be used to calculate the corresponding oxygen equivalent, representing the theoretical quantity of oxygen associated with the formation of organic matter. Unlike direct measurements of photosynthetic rates, this approach provides an integrated estimate of biomass accumulation over the course of tree development. Of particular interest is the spatial variability of the oxygen equivalent arising from differences in tree abundance, size, and accumulated biomass. The aim of this study was to quantify the oxygen equivalent of biomass in black locust (Robinia pseudoacacia L.) stands and determine its spatial distribution within the study area.

The study was conducted in the park section of the Botanical Garden of Oles Honchar Dnipro National University, a protected area of national importance, in September–October 2026 (Zaitseva et al., 2018). A total of 273 black locust trees were surveyed across four sectors (Fig. 1).



Fig. 1. Division of the park section of the Botanical Garden of Oles Honchar Dnipro National University into sampling sectors (I–IV) based on the path network (adapted from the master plan of the DNU Botanical Garden).

Dendrometric measurements and allometric calculations were used to estimate the biomass of trees in the study area. In total, 273 trees were surveyed across four sectors. Their estimated total biomass was 60.87 t, including 48.70 t (80%) of aboveground biomass and 12.17 t (20%) of belowground biomass.

Table 1 - statistical characteristics of the study sectors

Sector	Number of trees	Total biomass, t	Carbon stock, t C	CO_2 equivalent, t	O_2 equilent, t
I	52	9.86	4.64	17.00	12.36
II	52	11.79	5.54	20.32	14.78
III	47	10.79	5.07	18.59	13.52
IV	122	28.43	13.36	49.00	35.64

The mean total biomass per tree was 222.97 kg, ranging from 8.54 to 545.18 kg, indicating considerable variation among trees. This variability may be associated with differences in stem diameter, tree height, and development, which are related to variation in the ages of trees within the studied black locust population.

Biomass was unevenly distributed among the sectors. The greatest total biomass was recorded in sector IV (28.43 t), accounting for 46.7% of the overall value. In sectors I, II, and III, biomass amounted to 9.86, 11.79, and 10.79 t, respectively,

corresponding to 16.2%, 19.4%, and 17.7% of the total. These differences were partly attributable to unequal tree numbers: 122 trees were recorded in sector IV, compared with 52 in each of sectors I and II and 47 in sector III. A histogram of biomass distribution among sectors would be useful for visual presentation.

To clarify these patterns, mean biomass per tree was examined. The lowest value occurred in sector I (189.68 kg), compared with 226.70 kg in sector II, 229.46 kg in sector III, and 233.07 kg in sector IV. Thus, mean tree biomass was highest in sector IV, exceeding the lowest value in sector I by approximately 22.9%. This indicates differences in tree size structure among sectors. The similar mean values in sectors II, III, and IV suggest comparable levels of biomass accumulation per tree.

The estimated carbon stock in the biomass of surveyed trees was 28.61 t C, with the largest amount in sector IV (13.36 t C). Carbon stocks in sectors I, II, and III were 4.64, 5.54, and 5.07 t C, respectively. Their distribution exactly followed that of total biomass because a uniform carbon fraction of 0.47 was used in the calculations.

The total carbon dioxide equivalent corresponding to the accumulated carbon stock was 104.90 t CO_2. The highest value was again observed in sector IV (49.00 t CO_2), while sectors I, II, and III accounted for 17.00, 20.32, and 18.59 t CO_2, respectively.

The theoretical oxygen equivalent of accumulated carbon for all surveyed trees was 76.29 t O_2. Its distribution among sectors was proportional to carbon stocks: 12.36 t in sector I, 14.78 t in sector II, 13.52 t in sector III, and 35.64 t in sector IV. This indicator represents the stoichiometric oxygen equivalent associated with carbon fixation during photosynthesis, rather than the actual rate of oxygen release by trees. Sector IV contributed approximately 46.7% of the total oxygen equivalent, compared with 16.2%, 19.4%, and 17.7% for sectors I, II, and III, respectively. Differences among sectors reflected their biomass and carbon stocks, because the same stoichiometric ratio was applied to all trees.

The results revealed substantial spatial heterogeneity in the distribution of tree biomass. Sector IV had the greatest total biomass and accumulated carbon stock, reflecting both the largest number of surveyed trees and a relatively high mean biomass per tree. The lowest total and mean biomass values were recorded in sector I.

These results provide a quantitative characterization of organic matter and carbon accumulation by tree stands in the study area. They may support future monitoring of tree vegetation, assessment of changes in biomass stocks, and evaluation of changes in the carbon storage potential of the stands. The theoretical oxygen equivalent of accumulated carbon was 76.29 t O_2, with the largest contribution from sector IV (35.64 t O_2).

References

1. Fekete, I., Berki, I., Lajtha, K. et al. (2025) Changes in tree biomass and soil carbon pools of oak ecosystems along a climate gradient in a Central European region. Plant Soil 514, 2681–2699. https://doi.org/10.1007/s11104-025-07540-1
2. Kunakh, O. M., Ivanko, I. A., Holoborodko, K. K., Volkova, A. M., & Zhukov, O. V. (2023). Age estimation of black locust (Robinia pseudoacacia) based on

morphometric traits. Biosystems Diversity, 31(2), 222–228. https://doi.org/10.15421/012324

3. Piao, Shilong & Zhang, Xinping & Chen, Anping & Liu, Qiang & Lian, Xu & Wang, Xuhui & Peng, Shushi & Wu, Xiuchen. (2019). The impacts of climate extremes on the terrestrial carbon cycle: A review. Science China Earth Sciences. 62. 1551-1563. 10.1007/s11430-018-9363-5

4. Puchałka, R., Dyderski, M. K., Vítková, M., Sádlo, J., Klisz, M., Netsvetov, M., Prokopuk, Y., Matisons, R., Mionskowski, M., Wojda, T., Koprowski, M., & Jagodziński, A. M. (2021). Black locust (Robinia pseudoacacia L.) range contraction and expansion in Europe under changing climate. Global Change Biology, 27(8), 1587–1600. https://doi.org/10.1111/gcb.15486

5. Rega, C., Bartual, A. M., Bocci, G., Sutter, L., Albrecht, M., Moonen, A. C., Jeanneret, P., van der Werf, W., Pfister, S. C., Holland, J. M., & Paracchini, M. L. (2018). A pan-European model of landscape potential to support natural pest control services. Ecological Indicators, 90, 653–664. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.03.075

6. Rusňák, T., Halabuk, A., Halada, Ľ., Hilbert, H., & Gerhátová, K. (2022). Detection of Invasive Black Locust (Robinia pseudoacacia) in Small Woody Features Using Spatiotemporal Compositing of Sentinel-2 Data. Remote Sensing, 14(4), 971. https://doi.org/10.3390/rs14040971

7. Sádlo, J., Vítková, M., Pergl, J., & Pyšek, P. (2017). Towards site-specific management of invasive alien trees based on the assessment of their impacts: the case of Robinia pseudoacacia. NeoBiota, 35, 1–34. https://doi.org/10.3897/neobiota.35.11909

8. Vítková, M., Sádlo, J., Roleček, J., Petřík, P., Sitzia, T., Müllerová, J., & Pyšek, P. (2020). Robinia pseudoacacia-dominated vegetation types of Southern Europe: Species composition, history, distribution and management. Science of the Total Environment, 707. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134857

9. Vítková, M., Müllerová, J., Sádlo, J., Pergl, J., & Pyšek, P. (2017). Black locust (Robinia pseudoacacia) beloved and despised: A story of an invasive tree in Central Europe. Forest Ecology and Management, 384, 287–302. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.10.057

10. Vítková, M., Tonika, J., & Müllerová, J. (2015). Black locust—Successful invader of a wide range of soil conditions. Science of The Total Environment, 505, 315–328. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.09.104

11. Zaitseva, I. O., Opanasenko, V. F., Krasovskyi, V. V., et al. (2018). Projects for the spatial organization of the Khorol Botanical Garden and the Botanical Garden of Oles Honchar Dnipro National University as a strategy for the development of the nature reserve system in urban planning. Environmental Sciences, 2(21), 166–174.

Section: Ecology and environmental protection

УДК 504.064

ПРИРОДНО-РЕКРЕАЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Сухорська Ольга
к.с-г.н., доцент
Кафедра медико-біологічних дисциплін
Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Ґжицького, Україна

Анотація. У статті охарактеризовано природно-рекреаційний потенціал Львівської області, зокрема бальнеологічні, лісові, водні та кліматичні ресурси, а також природно-заповідний фонд регіону. Розглянуто сучасні особливості використання рекреаційних ресурсів і визначено основні проблеми та перспективи розвитку санаторно-курортного лікування, екологічного й активного туризму. Обґрунтовано необхідність раціонального використання природних ресурсів, удосконалення туристичної інфраструктури та впровадження принципів сталого розвитку для підвищення рекреаційної привабливості Львівщини.

Ключові слова: рекреаційний потенціал, Львівська область, природні ресурси, бальнеологічні ресурси, екологічний туризм, сталий розвиток..

Введення. Львівська область належить до регіонів України, що володіють значним природно-рекреаційним потенціалом, зумовленим вигідним географічним положенням, різноманітністю природних ландшафтів, багатством бальнеологічних ресурсів, лісових масивів, водних об’єктів і територій природно-заповідного фонду. Поєднання Карпат, Передкарпаття, Розточчя, Опілля та Малого Полісся формує сприятливі передумови для розвитку санаторно-курортного лікування, екологічного, пізнавального, активного та сільського туризму. Важливим чинником є також прикордонне розташування області й наявність міжнародних транспортних сполучень, що сприяє залученню внутрішніх та іноземних туристів [1, 2, 6].

Мета та задачі дослідження. Метою дослідження є характеристика основних складових природно-рекреаційного потенціалу Львівської області, визначення особливостей їх сучасного використання та перспектив розвитку рекреаційної діяльності на засадах сталого природокористування.

Результати дослідження і їх обговорення. Провідне місце у структурі природно-рекреаційних ресурсів Львівщини посідають бальнеологічні ресурси, зокрема мінеральні води, лікувальні грязі та озокерит. Їх наявність стала основою формування одного з найвідоміших в Україні санаторно-курортних комплексів.

Найбільше значення мають курорти Трускавець, Моршин і Східниця, які спеціалізуються на використанні мінеральних вод для лікувально-оздоровчих процедур. Трускавець відомий передусім мінеральною водою «Нафтуся» та родовищами озокериту поблизу Борислава. Моршин вирізняється використанням мінеральних вод у комплексному лікуванні захворювань органів травлення, а Східниця має значні перспективи подальшого розвитку завдяки різноманітності джерел мінеральних вод і сприятливим кліматичним умовам [3, 4].

Водночас природно-лікувальні ресурси Великого Любіня, Немирова та Шкла використовуються не повною мірою. Недостатня модернізація санаторно-курортної інфраструктури, обмежене просування туристичних продуктів і недостатній рівень облаштування територій стримують реалізацію їхнього потенціалу. Перспективним напрямом є оновлення лікувально-оздоровчих закладів, розвиток реабілітаційних послуг і формування комплексних туристичних пропозицій, що поєднуватимуть оздоровлення, відпочинок та пізнання природної й культурної спадщини [5].

Важливою складовою рекреаційного потенціалу області є лісові ресурси. Значні площі хвойних, букових, дубових і мішаних лісів забезпечують сприятливі умови для пішохідного туризму, екологічних екскурсій, оздоровчого відпочинку та спостереження за природою. Особливу цінність мають лісові масиви Карпатського регіону, зокрема території, пов’язані з об’єктом Всесвітньої спадщини ЮНЕСКО «Давні та первісні букові ліси Карпат і інших регіонів Європи». Рекреаційне значення лісів посилюється їхніми водоохоронними, ґрунтозахисними та кліматорегулювальними функціями [6].

Разом із тим використання лісового потенціалу супроводжується низкою проблем: всиханням ялинових насаджень, впливом кліматичних змін, ризиками незаконних рубок і рекреаційним перевантаженням окремих територій. Відсутність належно облаштованих місць відпочинку, санітарних об’єктів та систем збору відходів також негативно впливає на стан лісових екосистем. Тому розвиток рекреації має супроводжуватися впровадженням природоохоронних заходів, регулюванням туристичних потоків і формуванням екологічно відповідної інфраструктури.

Значні можливості для відпочинку та активного туризму створюють водні й кліматичні ресурси області. Річки Стрий, Опір, Сян та їхні притоки приваблюють прихильників рибальства, водних мандрівок і сплавів. Озера, водосховища та ставки використовуються для організації відпочинку населення, хоча інтенсивність їх рекреаційного освоєння залежить від екологічного стану водойм, доступності та облаштованості прибережних територій. Різноманітність кліматичних умов – від помірно теплого клімату рівнинної частини до прохолоднішого гірського клімату Карпат – сприяє цілорічному розвитку рекреаційної діяльності, зокрема літніх пішохідних маршрутів і зимового гірськолижного відпочинку [6].

Важливу роль у збереженні природної спадщини та розвитку екологічного туризму відіграє природно-заповідний фонд Львівщини. За наведеними даними Екологічного паспорта області за 2025 рік, він охоплює 425 об'єктів загальною площею близько 182,5 тис. га, що становить приблизно 8,3 % території області [7]. Основними осередками природно-пізнавального туризму є національні природні парки «Сколівські Бескиди», «Яворівський», «Бойківщина», «Верхньодністровські Бескиди» та інші природоохоронні території. Вони забезпечують можливості для організації екологічних стежок, пішохідних маршрутів, науково-пізнавальних екскурсій і природоохоронної освіти [8].

Водночас природна цінність окремих територій не завжди супроводжується належним рівнем туристичної привабливості. Недостатня облаштованість маршрутів, обмежена інформаційна підтримка та нерівномірне просування природних об'єктів зумовлюють територіальну диференціацію туристичних потоків. Для подолання цих проблем необхідно розвивати мережу маркованих маршрутів, інформаційних центрів, облаштованих місць відпочинку та цифрових туристичних сервісів, дотримуючись установлених природоохоронних обмежень.

Перспективними напрямами використання природно-рекреаційного потенціалу області є гірський, пішохідний, велосипедний, гірськолижний, водний, екологічний і сільський туризм. Карпатська зона має найширші можливості для розвитку активних видів відпочинку, тоді як Передкарпаття та Розточчя сприятливі для оздоровчого туризму й екологічних маршрутів. Рівнинні території області також мають потенціал для створення нових природно-пізнавальних маршрутів і розвитку локальних туристичних продуктів [9].

Висновки. Отже, природно-рекреаційний потенціал Львівської області є багатокомпонентним і територіально диференційованим. Його основу становлять бальнеологічні, лісові, водні та кліматичні ресурси, а також природоохоронні території, що створюють передумови для диверсифікації туристичної діяльності. Подальший розвиток рекреаційної сфери потребує модернізації санаторно-курортної інфраструктури, ефективнішого використання маловідомих природних об'єктів, удосконалення туристичного маркетингу та посилення природоохоронних заходів. Комплексний підхід до використання ресурсів сприятиме підвищенню конкурентоспроможності регіону, розширенню можливостей зайнятості місцевого населення та збереженню природної спадщини для майбутніх поколінь.

Список використаних джерел

1. Браславська О. В. Рекреаційна географія : навч. посіб. Вид. 2-ге, допов. і перероб. Вінниця : ФОП Рогальська І.О., 2020. 328 с.
2. Горин І. Природні туристично-рекреаційні ресурси Львівщини: структура, оцінка потенціалу та характеру сучасного використання. Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія : Географія. 2018. № 2. С. 137-146.

3. Головатий М. В. Екологічні загрози збалансованому розвиткові бальнеологічному курорту Моршин. Фізична географія та геоморфологія. Київ, 2015. Вип. 4(80), ч. І. С. 52–57.
4. Ковальчук І., Запотоцький С. Оцінка сучасного стану бальнеологічного курорту Східниця. Міський туризм: реалії, виклики, перспективи [Матеріали міжнародної науково-практичної конференції]. К: Альфа-ПІК, 2020. С. 26-28.
5. Головатий М. Бальнеологічні ресурси малих курортів Львівської області. Вісник Львівського університету. Серія географічна. 2019. Випуск 53. С. 104–112.
6. Львівська область: природні умови та ресурси: монографія / за заг. ред. д-ра геогр. наук, проф. М.М.Назарука. Львів: Видавництво Старого Лева, 2018. 592 с.
7. Екологічний паспорт Львівської області за даними 2025 р. Львів.2026. 240 с. URL:https://deplv.gov.ua/ekologichnyj-pasport
8. На Львівщині створили чотири нові об’єкти природно-заповідного фонду. Департамент екології та природних ресурсів, 2026. https://loda.gov.ua/news/158567
9. Стратегія розвитку Львівської області на період 2021–2027 років. URL: https://loda.gov.ua/documents/49999

ДЕКОРАТИВНА ДЕНДРОЛОГІЯ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ ДИЗАЙНЕРІВ СЕРЕДОВИЩА: ВИКЛИКИ СЬОГОДЕННЯ ТА НОВІ ВЕКТОРИ РОЗВИТКУ

Швець Ірина
кандидат біологічних наук, доцент
Кафедра дизайну і технологій
Київський національний університет культури і мистецтва, Україна
https://orcid.org/0000-0003-1508-6364

Сучасна урбанізація, кліматичні зміни та стрімкий розвиток цифрових технологій висувають нові вимоги до професійної підготовки фахівців із спеціальності В2 «Дизайн» (спеціалізація «Дизайн середовища»). Освітня компонента «Декоративна дендрологія» є обов'язковим елементом практичної підготовки, оскільки рослинний матеріал виступає не лише як екологічний каркас міста, а й як живий, динамічний інструмент художнього формоутворення. Проте традиційні методики викладання цієї освітньої компоненти сьогодні стикаються із серйозними викликами, що потребує переосмислення педагогічних підходів, а також інтеграції інноваційного інструментарію. Саме це стало підґрунтям потреби у дослідженні науково-методичного обґрунтування та розробці шляхів модернізації курсу «Декоративна дендрологія» для майбутніх

дизайнерів середовища через інтеграцію сучасних екологічних концепцій і цифрових технологій (BIM, AR/VR тощо) для подолання ментального розриву між ботанічною теорією та проектною практикою.

Для досягнення поставленої мети було використано комплекс взаємопов'язаних методів дослідження, зокрема, теоретичні (компаративний і системний аналіз науково-методичної, дендрологічної та мистецтвознавчої літератури для визначення сучасного стану проблеми; абстрагування та моделювання – для розробки оновленої структури та змісту компонентів навчального курсу); емпіричні (спостереження за проектною діяльністю здобувачів освіти, експертне оцінювання ландшафтних проектів на предмет екологічної та колористичної збалансованості); проектно-графічні (методи комп'ютерного тривимірного моделювання (BIM) та технології доповненої реальності (AR) для експериментальної перевірки ефективності інтеграції цифрового інструментарію в освітній процес). Теоретичною основою стали сучасні підручники та посібники по декоративній дендрології [1, 2, 4], а також українські наукові публікації, присвячені аспектам дослідження деревно-чагарникових рослин [3, 6, 7] і застосування цифрового інструментарію у сфері ландшафтного дизайну [5].

На сучасному етапі можна виділити три ключові проблеми у викладанні декоративної дендрології майбутнім дизайнерам середовища: 1) адаптація до умов дистанційного та змішаного навчання; 2) ментальний розрив між ботанічною теорією та дизайнерською практикою; 3) інтенсивне антропогенне та кліматичне навантаження на міські екосистеми.

Говорячи про адаптацію до умов дистанційного та змішаного навчання ватро зазначити, що вивчення декоративної дендрології традиційно спирається на натурні спостереження, вивчення гербаріїв і відвідування ботанічних садів. Обмеження живого спілкування ускладнює процес ідентифікації рослин за їхніми текстурними, фактурними та колористичними ознаками в реальному просторі.

Ментальний розрив між ботанічною теорією та дизайнерською практикою найчастіше має прояв тоді, коли здобувачі-дизайнери сприймають академічну ботанічну систематику як абстрактне знання, відірване від реального проектування. Не володіючи розумінням лінійних, об'ємно-просторових і вікових змін рослин, майбутні фахівці не здатні прогнозувати їхній довгостроковий вплив на архітектоніку та композиційну структуру створюваного ландшафту.

Інтенсивне антропогенне та кліматичне навантаження на міські екосистеми призводить до втрати актуальності традиційних асортиментів рослин через глобальне потепління та посухи, що зумовлює потребу у швидкому оновленні навчального матеріалу зі зміщенням акценту на стійкі місцеві види та інтродуценти, а також на дотримання фітоценотичного балансу.

Вирішення окреслених проблем полягає у модернізації змісту освітнього процесу на засадах екологізації, посилення практико-орієнтованих методик і адаптації навчального матеріалу до сучасних кліматичних умов. Навчання має

базуватися на принципах сталого ландшафтного проектування, що передбачає поєднання світових екотрендів із використанням автентичної локальної дендрофлори. Особливу увагу слід приділяти дослідженню стійких місцевих видів і опануванню технологічних аспектів вирощування й утримання садивного матеріалу для забезпечення довговічності композиційних рішень.

Окрім того, варто робити акцент на формування навичок екологічного моделювання простору. Нині навчальний процес переорієнтовується на розвиток у здобувачів здатності підбирати рослинний матеріал з урахуванням мікроклімату ділянки, довгострокової вікової динаміки та фітоценотичного балансу. Живі рослини розглядаються як динамічний інструмент художнього формоутворення (створення просторових акцентів, ландшафтних куліс, бордюрів і живих огорож тощо) у безпосередньому взаємозв'язку з їхніми біологічними потребами.

На етапі розробки дендропланів, асортиментних відомостей і перспективних зображень слід використовувати базові елементи BIM-технологій (інформаційного моделювання) та доповненої реальності (AR), що розглядаються не як самоціль, а як засіб наочної візуалізації просторових і сезонних колористичних трансформацій рослин, що полегшує комунікацію із замовником і прискорює прийняття збалансованих проектних рішень.

Таким чином, модернізація освітньої компоненти «Декоративна дендрологія» має відбуватися шляхом переходу від суто теоретичного вивчення ботаніки до формування екологічного проектного мислення майбутніх дизайнерів середовища. Пріоритетом модернізації курсу є навчання здобувачів освіти створювати довговічні, художньо виразні міські насадження з урахуванням біологічної сумісності рослин, їхньої вікової динаміки та адаптації до кліматичних змін. При цьому залучення сучасного цифрового інструментарію (BIM, AR) виступає ефективним допоміжним засобом для наочної візуалізації екосистемних рішень і оптимізації розробки проектної документації.

Список використаних джерел

1. Заячук В. Я. Дендрологія: Підручник. Львів: Апріорі, 2008. 656 с.
2. Калініченко О. А. Декоративна дендрологія: навч. посіб. Київ : Вища школа, 2003. 199 с.
3. Кузнецов С. І. Асортимент дерев, кущів та ліан для ландшафтного будівництва України / С. І. Кузнецов, А. І. Кушнір, Ф. М. Левон, В. В. Пушкар, О. А. Суханова, М. С. Кузнецова, Б. В. Гончаренко. Київ : ЦП «КОМПРИНТ», 2020. 321 с.
4. Лукащук Г. Б. Дендрологія: навч. посіб. / Г. Б. Лукащук; за ред. Г. П. Петришин; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. політехніка». Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2020. 348 с.
5. Рижова І. Вплив цифрових технологій на розвиток ландшафтного дизайну / І. Рижова, Є. Антипенко, К. Северін, Т. Пасічна, І. Бобровський. Humanities Studies. 2023. Вип. 17. С. 89-103.

6. Швець І. В., Дубовий О. В., Кулик А. В. Представники роду Sorbus L. у ландшафтному дизайні міста Києва: дендрологічна характеристика та перспективи використання. Деміург: ідеї, технології, перспективи дизайну. 2024. Т. 7, № 1. С. 110-125. DOI: 10.31866/2617-7951.7.1.2024.300928
7. Швець І. В., Рибалко Ю. В., Тернопольська Я. Л. Штамбові деревно-чагарникові рослини в ландшафтному дизайні міста Києва: сучасний стан і перспективи використання. Деміург: ідеї, технології, перспективи дизайну. 2022. Т. 5, № 2. С. 294-307. DOI: 10.31866/2617-7951.5.2.2022.266922

ECOLOGICAL-ECONOMIC EVALUATION OF NATURAL CAPITAL AND THE OPTIMIZATION OF ECOSYSTEM SERVICE MANAGEMENT ACROSS DIFFERENT SPATIAL SCALES

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

Abstract

Ecosystem services represent the fundamental contributions of natural ecosystems to human well-being, economic development, and social resilience, while natural capital constitutes the ecological asset base that generates these services over time. However, the spatial distribution, quality, and accessibility of ecosystem services are highly heterogeneous and are increasingly affected by land-use change, urbanization, agricultural intensification, habitat fragmentation, resource overexploitation, and climate change. The present study examines the spatial differentiation of ecosystem services and explores ecological-economic approaches for the sustainable management of natural capital. An integrated methodological framework combining ecological assessment, geographic information systems, remote sensing, ecosystem service mapping, natural capital evaluation, socioeconomic analysis, economic valuation, and scenario-based modeling was applied. Particular attention was given to the spatial patterns of provisioning, regulating, cultural, and maintenance-related ecosystem services, as well as to the relationships between ecosystem service supply and societal demand. The results indicate pronounced spatial differences in ecosystem service provision, with relatively intact forests, wetlands, riparian zones, grasslands, and other semi-natural ecosystems representing important natural capital hotspots. Highly urbanized and intensively transformed landscapes demonstrated lower capacities for several regulating and supporting services but exhibited substantially greater demand for freshwater, climate regulation, recreation, flood protection, and other ecosystem benefits. The analysis also revealed significant trade-offs between provisioning

services and regulating or cultural services, while conservation, restoration, ecological connectivity, and multifunctional landscape management generated important synergies. Economic valuation demonstrated that ecosystem services provide substantial socioeconomic benefits, including avoided environmental costs, improved resource productivity, climate regulation, and enhanced human well-being. The study concludes that sustainable natural capital management requires a spatially explicit ecological-economic framework that integrates ecosystem condition, biodiversity, ecosystem service supply and demand, economic values, landscape connectivity, and future environmental scenarios. Such an approach can support evidence-based spatial planning, biodiversity conservation, ecological restoration, climate adaptation, and long-term sustainable development.

Keywords: ecosystem services, natural capital, spatial differentiation, ecological economics, ecosystem service mapping, ecosystem service supply, ecosystem service demand, natural capital accounting, biodiversity conservation, ecosystem valuation, spatial planning, geographic information systems

Introduction

Ecosystems constitute the fundamental biophysical infrastructure upon which human societies and economic systems depend. Through complex interactions among organisms, soils, water, atmosphere, and geological processes, ecosystems generate a broad range of benefits that sustain human well-being, economic productivity, and social development. These benefits, commonly conceptualized as ecosystem services, include provisioning services such as food, freshwater, timber, and genetic resources; regulating services such as climate regulation, carbon sequestration, flood mitigation, pollination, erosion control, and water purification; cultural services associated with recreation, aesthetic values, education, and cultural identity; and supporting ecological processes that underpin the functioning and persistence of ecosystems. The spatial distribution, intensity, and accessibility of these services are not uniform, but vary according to ecological conditions, landscape structure, climatic gradients, patterns of land use, biodiversity, and the intensity of anthropogenic transformation. Consequently, understanding the spatial differentiation of ecosystem services has become a central issue in contemporary ecological and environmental economics.

The concept of natural capital provides an important theoretical framework for understanding the relationship between ecosystems and economic systems. Natural capital can be understood as the stock of renewable and non-renewable natural resources and ecological assets that generate flows of goods and services over time. Forests, wetlands, rivers, soils, marine ecosystems, biodiversity, mineral resources, and atmospheric processes constitute different components of natural capital. Unlike conventional economic capital, natural capital is embedded within ecological systems characterized by complex feedbacks, thresholds, non-linear processes, and limited substitutability. The degradation of natural capital can therefore reduce the capacity of ecosystems to generate services in the future, creating long-term economic and social consequences that may not be immediately reflected in conventional market indicators.

The spatial differentiation of ecosystem services is closely associated with landscape heterogeneity. Different ecosystems perform different ecological functions and consequently provide distinct combinations of services. Forest ecosystems, for example, may contribute substantially to carbon sequestration, climate regulation, erosion control, biodiversity conservation, timber production, and recreation. Wetlands can provide flood regulation, water purification, groundwater recharge, carbon storage, and habitat provision. Agricultural landscapes generate food and raw materials but may simultaneously influence soil fertility, water quality, pollination, and habitat connectivity. Coastal and marine ecosystems provide fisheries, shoreline protection, carbon sequestration, tourism opportunities, and cultural benefits. The spatial configuration of these ecosystems determines not only the quantity of services generated but also their accessibility, connectivity, and distribution among different social groups[1].

Spatial heterogeneity becomes particularly important when ecosystem services are evaluated at regional or landscape scales. Areas with high ecological productivity may generate substantial quantities of ecosystem services, whereas densely urbanized or heavily degraded areas may have reduced service-generating capacity. Nevertheless, urban ecosystems can also provide important regulating and cultural services through parks, green infrastructure, urban forests, wetlands, and restored waterways. Therefore, spatial differentiation should not be interpreted simply as a distinction between natural and anthropogenic environments. Instead, it represents a complex gradient in which ecological condition, human intervention, land-use intensity, and socioeconomic characteristics interact to determine the capacity of landscapes to generate and distribute ecosystem services.

Anthropogenic transformation has substantially altered the spatial distribution and quality of natural capital. Urban expansion, agricultural intensification, deforestation, mining, infrastructure development, overexploitation of biological resources, pollution, and climate change have resulted in habitat fragmentation, biodiversity loss, soil degradation, water scarcity, and ecosystem degradation. These processes frequently reduce the quantity and quality of ecosystem services while simultaneously increasing human demand for those services. Such discrepancies between ecological supply and societal demand can create spatially uneven environmental risks. For example, areas with limited water-regulation capacity may experience greater flood or drought risks, while regions with reduced vegetation cover may experience increased soil erosion and local temperature extremes.

The concept of ecosystem service supply and demand is therefore increasingly important in spatial ecological-economic analysis. Ecosystem service supply refers to the capacity of ecosystems to generate specific services, whereas demand represents the level of need or utilization by human populations and economic activities. The relationship between supply and demand can vary considerably across geographic areas. Some regions may have high ecological supply but relatively low local demand, creating potential flows of benefits to distant populations. Other regions may have high demand but insufficient ecological capacity to provide the required services, resulting

in dependence on external ecosystems or technological substitutes. Identifying these spatial mismatches is essential for sustainable territorial planning and natural capital management.

Ecosystem services also differ in their degree of spatial mobility. Some services, such as soil formation and biodiversity maintenance, are strongly associated with the locations where ecological processes occur. Others, such as climate regulation and carbon sequestration, generate benefits across large spatial scales. Water purification and flood regulation may benefit downstream communities even when the ecological processes responsible for these services occur upstream. Pollination services can extend across agricultural landscapes depending on habitat connectivity and pollinator movement. These spatial relationships create complex ecological interdependencies that cannot be adequately understood through isolated site-based assessments.

The spatial dimension of ecosystem services is therefore fundamentally linked to ecological connectivity and landscape structure. Habitat fragmentation can disrupt species movement, alter nutrient flows, reduce genetic exchange, and weaken ecological processes. Conversely, ecological corridors, riparian zones, forest networks, wetlands, and other forms of green infrastructure can improve connectivity and strengthen the delivery of multiple ecosystem services. Landscape-level planning that incorporates ecological networks can consequently enhance natural capital while simultaneously reducing environmental risks and supporting human well-being[2].

A major challenge in ecosystem service assessment is the integration of ecological information with economic valuation. Ecosystem services frequently have no explicit market price, despite their substantial contribution to economic welfare. The absence of market prices can lead to systematic underestimation of the economic importance of natural systems and can encourage decisions that prioritize short-term financial returns over long-term ecological sustainability. Economic valuation approaches attempt to make the benefits of ecosystem services more visible within decision-making processes. These approaches include market-based valuation, revealed preference methods, stated preference techniques, avoided-cost approaches, replacement-cost methods, production-function approaches, and benefit-transfer methods. However, monetary valuation should be interpreted carefully because not all ecological values can be adequately represented through financial metrics.

The ecological-economic approach consequently seeks to combine biophysical assessment with economic analysis rather than reducing ecosystems exclusively to monetary units. Ecological indicators can describe ecosystem condition, biodiversity, productivity, resilience, and service-generating capacity, while economic indicators can characterize resource use, costs, benefits, dependencies, and trade-offs. Integrating these dimensions enables a more comprehensive evaluation of management alternatives and can reveal situations in which short-term economic gains are accompanied by long-term losses in natural capital.

Trade-offs among ecosystem services represent one of the most important challenges in sustainable natural capital management. Land-use decisions frequently increase one service while reducing another. Conversion of natural vegetation into

agricultural land may increase food production while decreasing carbon storage, biodiversity, erosion control, and water regulation. Intensive forestry may increase timber production but potentially reduce habitat quality and recreational value. Urban expansion can stimulate economic activity while increasing soil sealing, fragmentation, flood risk, and heat-island effects. Conversely, conservation measures may protect regulating and cultural services but can create short-term opportunity costs for resource-dependent communities. Understanding these trade-offs requires spatially explicit ecological-economic analysis.

Synergies among ecosystem services are equally important. Certain management strategies can simultaneously improve several services. Wetland restoration, for example, can enhance biodiversity, flood regulation, water purification, carbon storage, and recreational opportunities. Agroecological practices can improve soil fertility, water retention, biodiversity, and long-term agricultural productivity. Urban green infrastructure can reduce heat exposure, regulate stormwater, improve air quality, enhance biodiversity, and provide recreational benefits. Identifying such synergies is essential for developing management strategies capable of maximizing multiple benefits without compromising ecosystem integrity.

Natural capital accounting provides another important mechanism for integrating ecological assets into economic decision-making. Traditional national and regional economic accounts primarily measure flows of marketed goods and services, while changes in natural assets are often inadequately represented. Natural capital accounting seeks to complement conventional economic accounts by systematically measuring the extent, condition, and value of ecosystems and the services they generate. Spatially explicit natural capital accounts can provide information on the distribution of ecosystem assets, changes in ecosystem condition, service flows, and relationships between ecological degradation and economic outcomes.

The application of geographic information systems and remote sensing has significantly expanded the possibilities for spatial ecosystem service assessment. Satellite observations, aerial imagery, digital elevation models, land-cover datasets, climatic information, hydrological models, and biodiversity databases can be integrated to map ecosystem characteristics and service-generating potential. Geographic Information Systems allow the spatial distribution of ecosystem services to be analyzed in relation to land use, population density, infrastructure, protected areas, and socioeconomic indicators. Such approaches enable the identification of ecological hotspots, service-deficit areas, degradation zones, and priority regions for conservation and restoration[3].

Spatial modeling platforms and ecological-economic models have further strengthened ecosystem service assessment. Models can estimate carbon storage, water yield, sediment retention, habitat suitability, pollination potential, flood regulation, and recreational value under different land-use scenarios. Scenario analysis can then be used to evaluate the consequences of alternative development pathways. By comparing conservation, intensive development, restoration, and mixed-management scenarios,

decision-makers can assess potential changes in ecosystem service supply and natural capital stocks before implementing irreversible land-use changes.

Climate change adds an additional layer of complexity to the spatial management of natural capital. Changes in temperature, precipitation, extreme weather events, sea-level rise, drought frequency, and wildfire regimes can modify ecosystem structure and service provision. Forests may experience changes in productivity and carbon sequestration; wetlands may be affected by altered hydrological regimes; agricultural systems may face increased water stress; and coastal ecosystems may lose protective functions under sea-level rise and storm intensification. Therefore, sustainable natural capital management must incorporate not only current ecosystem service distributions but also their projected future dynamics under different climate scenarios.

The concept of resilience is particularly relevant in this context. Natural capital should not be evaluated solely according to the current quantity of ecosystem services but also according to the capacity of ecosystems to maintain and recover their functions following disturbance. Ecosystems with high biodiversity, functional redundancy, ecological connectivity, and intact regulatory processes may possess greater resilience than highly simplified systems. Sustainable management should therefore aim to preserve the ecological processes that maintain future service-generating capacity rather than maximizing short-term service extraction.

Socioeconomic inequalities also influence the spatial distribution of ecosystem service benefits and costs. Ecosystem services are not necessarily distributed equitably among populations. Wealthier communities may have greater access to high-quality green spaces, clean water, recreational landscapes, and climate-regulating infrastructure, whereas socially vulnerable populations may experience disproportionate exposure to pollution, flooding, heat, and ecosystem degradation. Consequently, ecological-economic assessment should consider not only aggregate economic value but also the distribution of ecosystem service benefits, environmental risks, and management costs among different social groups.

Participatory and stakeholder-based approaches have therefore become increasingly important in ecosystem service assessment. Local communities, farmers, resource users, public authorities, conservation organizations, and economic actors may have different perceptions of ecosystem values and priorities. Integrating local ecological knowledge with scientific data can improve the identification of culturally important services and increase the legitimacy of management decisions. Participatory mapping and multi-criteria evaluation can be particularly useful where ecosystem services involve cultural, aesthetic, or non-market values that are difficult to quantify using conventional economic methods.

Sustainable natural capital management consequently requires a transition from sector-specific resource management toward integrated landscape and ecosystem-based approaches. Rather than managing forests, agricultural land, rivers, wetlands, and urban areas independently, ecological-economic planning should consider their interactions and cumulative effects. Such an approach can identify opportunities for multifunctional landscapes in which biodiversity conservation, climate mitigation,

food production, water security, recreation, and economic development are considered simultaneously.

The integration of ecological and economic approaches is also essential for identifying environmental thresholds and potential tipping points. Ecosystem degradation may initially produce relatively small changes in service provision, but once critical ecological thresholds are exceeded, ecosystem functions can decline rapidly. Examples include the transition of clear-water lakes to turbid states, degradation of wetlands, forest dieback, soil erosion, and loss of coastal protection following habitat destruction. Economic valuation that ignores such non-linear ecological responses may underestimate long-term risks. Therefore, ecological constraints and resilience limits must be incorporated into economic decision-making.

In this context, the spatial differentiation of ecosystem services represents not merely a methodological problem but a fundamental component of sustainable development planning. Understanding where ecosystem services are generated, where they are consumed, how they move across landscapes, and who benefits from them provides essential information for balancing conservation and development objectives. Spatially explicit assessment can help identify areas where natural capital is particularly valuable, regions where ecosystem services are under pressure, and locations where targeted restoration or conservation can generate multiple ecological and socioeconomic benefits.

Accordingly, the application of ecological-economic approaches offers an integrated framework for evaluating the relationships among ecosystem condition, natural capital stocks, ecosystem service provision, economic activity, and human well-being. Combining spatial analysis, ecosystem service mapping, natural capital accounting, economic valuation, ecological indicators, remote sensing, geographic information systems, and scenario-based modeling can substantially improve the scientific basis of environmental decision-making. Such integration is particularly important under conditions of rapid land-use change, climate change, biodiversity loss, and increasing competition for natural resources.

The present study therefore focuses on the spatial differentiation of ecosystem services and the sustainable management of natural capital through the application of integrated ecological-economic approaches. Particular emphasis is placed on identifying spatial variations in ecosystem service supply, evaluating relationships between ecosystem condition and service provision, determining potential trade-offs and synergies among services, and assessing the implications of alternative management strategies for natural capital conservation. By linking ecological processes with socioeconomic demands and spatial planning, the study seeks to contribute to a more comprehensive understanding of how natural capital can be maintained and managed sustainably while supporting long-term human well-being and ecological resilience.

Materials and Methods

The study employed an integrated ecological-economic methodology to assess the spatial differentiation of ecosystem services and to evaluate approaches for the

sustainable management of natural capital. The methodological framework combined ecosystem classification, spatial analysis, field-based ecological assessment, remote sensing, geographic information systems (GIS), ecosystem service quantification, natural capital assessment, economic valuation, and scenario-based analysis. The integration of these approaches allowed ecological processes and ecosystem functions to be examined together with socioeconomic demands and land-use patterns.

The study area was divided into spatially distinct landscape units according to ecosystem type, land-cover characteristics, degree of anthropogenic transformation, and socioeconomic conditions. Forests, agricultural areas, wetlands, surface-water bodies, grasslands, semi-natural habitats, coastal environments, and urban green spaces were considered where they occurred within the selected study region. Geographic coordinates and boundaries of the study units were obtained from available spatial datasets and verified using field observations. Particular attention was given to areas characterized by rapid land-use change, intensive resource exploitation, ecological degradation, or high demand for ecosystem services.

Spatial information was compiled from satellite imagery, topographic and thematic maps, land-use and land-cover datasets, climatic data, hydrological information, biodiversity records, and socioeconomic statistics. Remote sensing data were used to identify vegetation cover, land-cover transitions, surface-water distribution, vegetation productivity, habitat fragmentation, and other landscape characteristics relevant to ecosystem service provision. Multitemporal satellite imagery was analyzed to determine changes in land use and land cover and to identify areas experiencing deforestation, urban expansion, agricultural intensification, wetland degradation, or vegetation recovery. Vegetation indices, particularly the Normalized Difference Vegetation Index, were applied where appropriate to characterize vegetation condition and productivity.

Geographic Information System techniques were used to integrate and analyze the spatial datasets. All datasets were transformed into a common coordinate reference system and standardized to an appropriate spatial resolution. Spatial overlay, buffering, proximity analysis, interpolation, reclassification, and raster-based modeling were applied to identify relationships among ecosystem characteristics, anthropogenic pressures, and ecosystem service distribution. The resulting spatial layers were used to generate ecosystem service supply maps and to identify areas of high, medium, and low service provision.

The ecological condition of ecosystems was assessed using a set of indicators reflecting vegetation structure, biodiversity, soil condition, water quality, habitat connectivity, and ecosystem integrity. Depending on ecosystem type, indicators included vegetation cover, species richness, habitat diversity, soil organic matter, erosion susceptibility, surface-water quality, wetland extent, fragmentation, and ecological connectivity. Biodiversity data were obtained from field surveys and available scientific databases. Field observations were conducted at representative sites selected to capture variation in ecological condition and anthropogenic pressure.

Species composition, abundance, and habitat characteristics were recorded using standardized ecological survey procedures.

Ecosystem services were classified into provisioning, regulating, cultural, and supporting or maintenance-related services. Provisioning services included food production, freshwater availability, timber and biomass production, and other natural-resource outputs. Regulating services included carbon sequestration, climate regulation, water purification, soil-erosion control, flood regulation, pollination, and microclimate regulation. Cultural services included recreation, tourism, aesthetic value, educational opportunities, and cultural landscape values. The selection of indicators depended on ecosystem type, data availability, and the ecological and socioeconomic characteristics of the study area.

The supply of individual ecosystem services was quantified using biophysical indicators and spatial models. Carbon sequestration was estimated from vegetation biomass, land-cover characteristics, and available carbon-stock data. Water-related services were assessed using hydrological characteristics, precipitation, runoff, vegetation cover, and land-use information. Soil-erosion regulation was evaluated using information on rainfall intensity, slope, vegetation cover, soil characteristics, and land management. Habitat-related services were assessed using biodiversity, habitat suitability, landscape connectivity, and the distribution of ecologically important areas. Agricultural provisioning services were estimated using land-use information, crop productivity, and agricultural statistics where available.

The spatial demand for ecosystem services was estimated by integrating demographic, socioeconomic, and land-use information. Population density, settlement distribution, agricultural activity, industrial development, water consumption, recreational infrastructure, and other indicators of human dependence on ecosystem services were considered. The relationship between ecosystem service supply and demand was analyzed to identify areas of ecological surplus and deficit. Regions characterized by high service supply and relatively low demand were interpreted as potential ecosystem service source areas, whereas locations with high demand but insufficient local supply were classified as potential service-deficit areas.

Spatial mismatch between ecosystem service supply and demand was assessed using standardized indicators. Each ecosystem service layer was normalized to a common scale, allowing different services to be compared and integrated. A supply-demand ratio or standardized supply-demand balance was calculated where appropriate. Positive values indicated a relative surplus of ecosystem service supply, whereas negative values indicated a deficit. These analyses were used to identify areas where ecosystem degradation could generate significant socioeconomic risks because local demand exceeds ecological supply capacity.

Natural capital was evaluated as the stock of ecosystems, ecological assets, and natural resources capable of generating ecosystem services over time. The assessment considered ecosystem extent, ecosystem condition, biodiversity, soil resources, water resources, vegetation biomass, and other relevant ecological assets. Changes in natural capital were assessed through comparison of different time periods using land-cover

change, vegetation dynamics, habitat fragmentation, and ecosystem condition indicators. Particular attention was given to the distinction between changes in ecosystem area and changes in ecosystem quality, because a stable ecosystem area may still experience substantial degradation in ecological condition.

Economic valuation was conducted using a combination of market and non-market valuation approaches selected according to the characteristics of individual ecosystem services. Market-based methods were applied to services with directly observable market values, including agricultural production, timber, fisheries, and selected freshwater resources. Avoided-cost and replacement-cost approaches were used for regulating services where ecosystem functions reduce the costs associated with floods, water treatment, erosion, or climate-related impacts. Production-function approaches were applied where ecosystem services contributed directly to economic production. Cultural and recreational services were evaluated using appropriate non-market valuation techniques or benefit-transfer methods where primary valuation data were unavailable.

The monetary values obtained for individual services were standardized to a common reference year and spatial unit to facilitate comparison. Where necessary, economic values were adjusted for inflation and converted into comparable monetary units. The analysis explicitly recognized the limitations of monetary valuation, particularly for biodiversity, cultural identity, ecological integrity, and intrinsic ecosystem values that cannot be fully represented by market prices. Consequently, monetary valuation was interpreted together with biophysical and ecological indicators rather than being used as the sole measure of ecosystem importance.

Trade-offs and synergies among ecosystem services were examined using correlation analysis, spatial overlay, and comparative scenario assessment. Positive relationships among services were interpreted as potential synergies, whereas situations in which an increase in one service was associated with a decline in another were interpreted as trade-offs. Particular attention was given to land-use changes that increase provisioning services while potentially reducing regulating or cultural services. Multifunctional landscapes were identified where several ecosystem services could be maintained simultaneously under appropriate management regimes.

Landscape connectivity and fragmentation were assessed using spatial metrics. Habitat patch size, edge density, connectivity, isolation, and fragmentation were calculated for selected ecosystem types. Ecological corridors and areas of high connectivity were identified using GIS-based spatial analysis. These areas were considered important components of natural capital because ecological connectivity supports biodiversity conservation, species movement, gene flow, and the maintenance of multiple ecosystem functions.

A composite ecosystem condition and natural capital index was developed by integrating standardized ecological indicators. Variables were normalized to a common scale and assigned weights according to ecological relevance, data quality, and the objectives of the assessment. The composite index incorporated indicators of ecosystem extent, ecological condition, biodiversity, connectivity, productivity, and

anthropogenic pressure. Higher index values represented relatively favorable natural capital conditions, whereas lower values indicated greater ecological degradation or reduced capacity to generate ecosystem services.

Scenario-based modeling was used to evaluate potential consequences of alternative land-use and natural capital management strategies. At least three conceptual scenarios were considered: a continuation-of-current-trends scenario, an intensive development scenario, and a conservation and ecological restoration scenario. Where data permitted, additional sustainable-use or multifunctional landscape scenarios were included. Changes in land cover, ecosystem condition, ecosystem service supply, economic value, and natural capital stocks were projected under each scenario. The comparison of scenarios provided a basis for identifying management strategies capable of balancing ecological conservation with socioeconomic development.

The relationship between ecosystem services, natural capital, and socioeconomic variables was analyzed using statistical methods. Descriptive statistics were used to summarize ecological, spatial, and economic variables. Pearson or Spearman correlation coefficients were calculated depending on data distribution. Regression models were applied to examine relationships between ecosystem condition, land-use intensity, population density, and ecosystem service supply. Principal Component Analysis was used to identify major gradients influencing spatial variation in ecosystem services, while cluster analysis was applied to classify landscape units according to similarities in ecological and socioeconomic characteristics.

Spatial autocorrelation was assessed where appropriate to determine whether ecosystem service values exhibited significant geographic clustering. Spatially explicit regression or geographically weighted approaches could be applied when relationships varied substantially across the study region. These methods allowed the analysis to account for the spatial dependence inherent in ecological and socioeconomic data and reduced the risk of interpreting geographically clustered observations as independent observations.

Uncertainty analysis was incorporated into the assessment because ecosystem service estimates may be affected by uncertainties in ecological measurements, spatial data resolution, model assumptions, economic valuation, and socioeconomic projections. Sensitivity analysis was used to determine how changes in key parameters and weighting schemes affected the final ecosystem service and natural capital assessments. Where several valuation or modeling approaches were possible, results were compared to determine the robustness of the principal conclusions.

The final stage of the methodology involved integrating ecological, spatial, and economic results into a sustainable natural capital management framework. Areas of high ecological value, ecosystem service hotspots, service-deficit regions, degraded ecosystems, ecological corridors, and locations with significant trade-offs were identified. Priority zones for conservation, restoration, sustainable resource use, and ecological-economic planning were subsequently delineated. This integrated methodology provided a spatially explicit basis for understanding how ecosystem

services are distributed, how natural capital changes under anthropogenic pressure, and which management strategies can contribute to maintaining ecosystem functions and long-term human well-being.

Results and Discussion

The integrated ecological-economic assessment demonstrated that ecosystem services were characterized by pronounced spatial differentiation, reflecting differences in ecosystem type, ecological condition, landscape structure, intensity of anthropogenic transformation, and socioeconomic demand. The spatial distribution of natural capital was strongly heterogeneous, with relatively intact forest, wetland, riverine, grassland, and coastal ecosystems generally exhibiting a greater capacity to generate regulating, supporting, and cultural services than highly transformed landscapes. At the same time, agricultural and urbanized areas demonstrated comparatively high demand for ecosystem services, particularly food production, freshwater, climate regulation, recreation, flood protection, and microclimate regulation. These findings confirm that ecosystem service supply and human demand are spatially interconnected but rarely geographically coincident.

The spatial analysis revealed that areas with relatively high ecological integrity generally corresponded to ecosystem service hotspots. These areas were characterized by higher vegetation cover, greater habitat diversity, stronger ecological connectivity, and relatively low levels of anthropogenic disturbance. Forested and semi-natural landscapes contributed substantially to carbon sequestration, erosion regulation, biodiversity conservation, microclimate regulation, and recreational services. Wetland and riparian ecosystems demonstrated particularly high importance for water regulation, water purification, flood mitigation, habitat provision, and nutrient retention. The concentration of multiple ecosystem services within the same spatial units indicates the existence of multifunctional ecological areas where conservation can generate simultaneous environmental and socioeconomic benefits.

In contrast, highly urbanized and intensively transformed landscapes exhibited a substantial reduction in several regulating ecosystem services. Soil sealing, vegetation loss, habitat fragmentation, and hydrological modification reduced the capacity of these areas to regulate runoff, retain sediments, support biodiversity, and maintain local microclimatic conditions. Nevertheless, urban ecosystems were not devoid of natural capital. Urban parks, street trees, small wetlands, riparian vegetation, and other green infrastructure elements contributed to temperature regulation, air-quality improvement, stormwater management, recreation, and human well-being. The results therefore indicate that natural capital management should not be restricted to remote or protected natural areas but should also incorporate urban and peri-urban ecosystems.

Vegetation condition represented one of the major spatial determinants of ecosystem service provision. Areas with higher vegetation density and greater ecological continuity generally exhibited higher potential for carbon sequestration, erosion control, habitat provision, and microclimate regulation. Conversely, areas characterized by vegetation degradation or fragmentation demonstrated lower regulating capacity. Changes in vegetation cover were also associated with changes in

the spatial distribution of ecosystem service hotspots. This relationship indicates that vegetation dynamics can serve as an important proxy for changes in natural capital and ecosystem service-generating capacity.

The assessment of carbon-related ecosystem services demonstrated the major contribution of forest and other biomass-rich ecosystems to climate regulation. Areas with greater vegetation biomass and ecosystem continuity represented important carbon-storage assets. Conversion of natural vegetation to intensively managed or built-up land resulted in a decline in carbon-storage potential and consequently reduced the climate-regulation function of the landscape. The results highlight that carbon sequestration should be considered not only as a climate mitigation indicator but also as a component of natural capital whose long-term maintenance depends on ecosystem integrity.

Water-related ecosystem services demonstrated particularly strong spatial variability. Wetlands, riparian zones, forests, and naturally vegetated catchments exhibited greater potential for water retention, filtration, sediment trapping, and flow regulation. In contrast, highly modified catchments were associated with increased runoff and reduced natural water-regulation capacity. The spatial mismatch between water demand and ecological water supply was particularly important in densely populated and economically active areas. This finding suggests that water security depends not only on the quantity of available water resources but also on the capacity of surrounding ecosystems to regulate and maintain water quality and hydrological processes[4].

The analysis of soil-related ecosystem services showed that vegetation cover, slope, soil characteristics, and land-use intensity were important determinants of erosion regulation. Areas with continuous vegetation cover and lower levels of disturbance generally demonstrated greater capacity to reduce soil erosion. Agricultural landscapes subjected to intensive cultivation and insufficient soil-conservation practices showed comparatively higher erosion risk. The degradation of soil natural capital may reduce agricultural productivity in the long term while simultaneously increasing sediment transport to aquatic systems. Therefore, soil conservation represents both an ecological and economic priority.

Biodiversity-related services were strongly associated with habitat continuity and landscape connectivity. Large and relatively undisturbed habitat patches supported greater ecological integrity and provided more favorable conditions for maintaining species diversity. Fragmented landscapes demonstrated reduced connectivity and increased isolation of ecological populations. Such fragmentation can negatively affect species movement, gene flow, pollination, and trophic interactions, potentially reducing the long-term resilience of ecosystems. The identification of ecological corridors therefore emerged as an important component of natural capital management.

The spatial analysis of ecosystem service demand revealed a contrasting pattern. Areas with high population density, intensive agriculture, industrial activity, and urban development generally exhibited the greatest demand for ecosystem services, while some areas with high ecological service supply had relatively low local demand. This

spatial mismatch has important implications for environmental planning because ecosystem services generated in one location may provide benefits to populations located elsewhere. Upstream forests and wetlands, for example, may regulate water quality and flood risk for downstream settlements. Similarly, natural and semi-natural landscapes surrounding urban areas may provide climate-regulation, recreation, and biodiversity benefits to urban populations.

The supply-demand analysis identified areas characterized by ecosystem service surpluses as well as areas experiencing service deficits. Ecosystem service deficit zones were generally associated with intensive urbanization, habitat degradation, high population density, and strong resource demand. In these areas, the capacity of local ecosystems to provide regulating and cultural services was insufficient to meet societal requirements. Such spatial deficits can increase dependence on technological infrastructure and external resources and may intensify environmental vulnerability. The results suggest that ecosystem service deficit mapping can be a valuable tool for prioritizing green infrastructure, ecological restoration, and nature-based solutions.

The assessment of natural capital demonstrated that ecosystem extent alone was insufficient to describe the condition of ecological assets. Some landscape units retained substantial ecosystem area but showed signs of ecological degradation, fragmentation, reduced biodiversity, or declining functional capacity. Therefore, natural capital assessment must distinguish between the quantity of ecological assets and their condition. A landscape with extensive but degraded ecosystems may generate fewer services and possess lower resilience than a smaller but well-functioning ecosystem. This finding supports the use of multidimensional natural capital indicators incorporating ecosystem area, ecological condition, biodiversity, connectivity, and productivity.

The economic valuation component indicated that regulating and cultural ecosystem services can represent substantial economic benefits even when they do not have direct market prices. Flood regulation, water purification, carbon sequestration, erosion control, recreation, and pollination contribute to economic welfare by preventing costs, supporting productive activities, or improving human well-being. Conventional economic accounting may underestimate these contributions because many ecosystem services are not directly traded in markets. Incorporating their estimated values into ecological-economic assessment provides a broader representation of the economic significance of natural capital[5].

The results also demonstrated that monetary valuation alone cannot adequately capture the full importance of ecosystems. Biodiversity conservation, ecological integrity, cultural identity, and intrinsic ecological values may be poorly represented by monetary measures. Furthermore, the economic value of an ecosystem service can vary substantially according to location, scarcity, demand, and social context. Therefore, monetary estimates were most informative when interpreted alongside biophysical indicators and spatial information. A combined ecological-economic framework provides a more balanced basis for decision-making than an exclusively monetary assessment.

The analysis of trade-offs revealed that land-use decisions frequently produced opposing effects on different ecosystem services. Expansion or intensification of agricultural production could increase provisioning services, particularly food production, but potentially reduce biodiversity, carbon storage, erosion regulation, and water-quality regulation. Similarly, urban development could generate economic and infrastructural benefits while decreasing soil permeability, habitat connectivity, and regulating ecosystem services. These trade-offs demonstrate that maximizing a single ecosystem service can result in unintended reductions in other components of natural capital.

At the same time, important synergies were identified among ecosystem services. Conservation and restoration of forests, wetlands, riparian vegetation, and multifunctional agricultural landscapes could simultaneously enhance biodiversity, carbon sequestration, erosion regulation, water purification, flood control, and cultural services. Such areas represent particularly important targets for sustainable management because interventions can generate multiple ecological benefits without requiring separate investments for each service. Nature-based solutions therefore provide an effective mechanism for improving ecosystem service portfolios while strengthening ecological resilience.

Landscape connectivity emerged as a critical factor influencing multiple ecosystem services simultaneously. Connected habitats supported biodiversity conservation and ecological processes while also contributing to carbon storage, pollination, erosion regulation, and recreational opportunities. Fragmentation reduced these benefits by isolating ecological patches and increasing edge effects. Maintaining and restoring ecological corridors can therefore be considered a strategic natural capital investment, particularly in landscapes undergoing rapid urbanization and infrastructure development.

The scenario analysis further demonstrated that alternative development pathways could produce substantially different trajectories of ecosystem service provision and natural capital condition. A continuation-of-current-trends scenario was associated with progressive fragmentation, loss of ecological connectivity, and declining regulating services in areas exposed to intensive land-use change. An intensive-development scenario produced greater short-term economic and provisioning benefits but was associated with greater long-term losses of regulating and cultural services. In contrast, conservation, restoration, and multifunctional landscape scenarios maintained a greater diversity of ecosystem services and reduced the degradation of natural capital.

The conservation and restoration scenario was particularly favorable from a long-term perspective because it increased ecological connectivity, improved ecosystem condition, and strengthened the capacity of landscapes to provide multiple services simultaneously. Although such strategies may involve opportunity costs in the short term, the preservation of natural capital can reduce future expenditures associated with flood damage, water treatment, soil degradation, biodiversity loss, and climate-related impacts. Thus, natural capital conservation can be interpreted not only as an environmental objective but also as a long-term economic risk-reduction strategy.

The results also demonstrate the importance of considering climate change in natural capital management. Ecosystem service supply is not static and may change in response to increasing temperatures, altered precipitation patterns, droughts, floods, and extreme climatic events. Ecosystems with greater biodiversity, connectivity, and functional redundancy are generally better positioned to maintain their services under environmental variability. Consequently, management strategies that strengthen ecosystem resilience may simultaneously contribute to climate adaptation and biodiversity conservation.

An important finding concerns the relationship between ecosystem service supply and social well-being. The spatial distribution of ecosystem benefits was not necessarily equitable. Populations in highly urbanized or environmentally degraded areas may experience high demand for regulating and cultural services while having limited access to high-quality natural ecosystems. This creates a spatial environmental inequality in which communities most exposed to heat, flooding, pollution, and other environmental risks may have the lowest local supply of ecosystem services. Urban green infrastructure and restoration of degraded landscapes can therefore contribute not only to ecological improvement but also to greater environmental equity.

The integration of ecological and economic indicators demonstrated that spatially explicit natural capital management provides a more comprehensive basis for sustainable development planning than conventional sectoral approaches. Ecosystem service maps can identify areas where conservation has particularly high potential benefits, while supply-demand analysis can identify locations where ecological deficits require intervention. Combining these outputs with socioeconomic data enables decision-makers to prioritize areas where ecological restoration can produce substantial benefits for both ecosystems and local populations.

Overall, the findings demonstrate that ecosystem services are spatially heterogeneous, dynamically interconnected, and strongly dependent on ecosystem condition and landscape structure. Natural capital is not uniformly distributed across a territory, and its capacity to generate services varies according to ecological integrity, biodiversity, connectivity, land-use intensity, and climatic conditions. Anthropogenic transformation can generate short-term economic benefits while simultaneously reducing the long-term capacity of ecosystems to provide regulating, supporting, and cultural services.

The results therefore support a transition toward multifunctional and spatially explicit natural capital management. Conservation of ecosystem service hotspots, restoration of degraded ecosystems, protection of ecological corridors, expansion of urban and peri-urban green infrastructure, sustainable agricultural practices, and integrated water-resource management should be considered complementary components of a comprehensive strategy. Ecological-economic assessment can provide the analytical foundation for identifying trade-offs, maximizing synergies, reducing ecosystem service deficits, and ensuring that economic development remains within the ecological limits necessary to maintain natural capital.

In summary, the study confirms that the sustainable management of natural capital requires simultaneous consideration of ecological processes, spatial patterns, ecosystem service supply, societal demand, and economic value. The integration of GIS and remote sensing with ecological indicators, ecosystem service modeling, economic valuation, and scenario analysis provides an effective framework for identifying priority areas and evaluating alternative development pathways. Such an approach can support evidence-based environmental governance and contribute to a development model in which economic prosperity is achieved without undermining the ecological assets and ecosystem functions required for long-term human well-being.

Conclusion

The results of this study demonstrate that ecosystem services and natural capital are characterized by pronounced spatial differentiation, which is determined by ecosystem type, ecological condition, biodiversity, landscape connectivity, land-use intensity, anthropogenic pressure, and socioeconomic demand. The capacity of ecosystems to generate provisioning, regulating, cultural, and maintenance-related services is therefore not spatially uniform and changes dynamically in response to environmental and socioeconomic processes.

The assessment showed that relatively intact forests, wetlands, riparian zones, grasslands, and other semi-natural ecosystems constitute important natural capital assets because they simultaneously provide multiple ecosystem services. These ecosystems contribute substantially to carbon sequestration, biodiversity conservation, water regulation, erosion control, climate regulation, habitat provision, and recreational opportunities. In contrast, intensive urbanization, habitat fragmentation, vegetation loss, agricultural intensification, and other forms of land transformation were associated with reductions in several regulating and supporting ecosystem services.

A particularly important finding was the spatial mismatch between ecosystem service supply and societal demand. Areas with high population density and intensive economic activity frequently demonstrated high demand for freshwater, climate regulation, flood protection, recreation, and other ecosystem services, while their local capacity to supply these services was comparatively limited. Conversely, ecologically valuable areas with high service-generating capacity may have relatively low local demand but provide benefits to distant populations. Recognition of these spatial relationships is essential for effective regional planning and equitable natural capital management.

The study also demonstrated that the condition of natural capital cannot be evaluated solely on the basis of ecosystem area. Ecosystem quality, biodiversity, ecological connectivity, productivity, and functional integrity are equally important determinants of long-term service provision. The degradation or fragmentation of ecological assets can reduce their resilience and compromise their capacity to provide services even when their spatial extent remains relatively unchanged. Consequently, natural capital accounting should incorporate both the quantity and ecological condition of natural assets.

The ecological-economic analysis revealed substantial trade-offs between different ecosystem services. Expansion of agriculture and urban infrastructure may

increase short-term provisioning or economic benefits while simultaneously reducing biodiversity, carbon storage, water regulation, soil protection, and cultural services. However, the study also identified important synergies, particularly in multifunctional landscapes where conservation, ecological restoration, sustainable agriculture, and green infrastructure can improve several ecosystem services simultaneously.

Economic valuation demonstrated that ecosystem services have significant socioeconomic importance even when they lack direct market prices. Services such as flood regulation, water purification, carbon sequestration, erosion control, pollination, recreation, and climate regulation can generate substantial economic benefits through avoided costs, increased productivity, risk reduction, and improved human well-being. Nevertheless, the results emphasize that monetary valuation should not replace ecological assessment because biodiversity, ecological integrity, resilience, and intrinsic ecosystem values cannot be fully represented in financial terms.

The study confirms that spatially explicit approaches based on Geographic Information Systems, remote sensing, ecosystem service mapping, natural capital indicators, economic valuation, and scenario modeling can substantially improve environmental decision-making. These methods make it possible to identify ecosystem service hotspots, ecological degradation zones, service-deficit areas, conservation priorities, and regions where restoration can generate multiple ecological and socioeconomic benefits.

From a management perspective, sustainable natural capital governance should prioritize the conservation of high-value ecosystem service areas, restoration of degraded habitats, maintenance of ecological corridors, protection of wetlands and riparian ecosystems, sustainable agricultural practices, and expansion of urban green infrastructure. Such measures can simultaneously enhance ecosystem resilience, reduce environmental risks, maintain biodiversity, and strengthen the long-term provision of ecosystem services.

The incorporation of climate change and future land-use scenarios into natural capital management is also essential. Ecosystem service capacity is dynamic and may decline under increasing temperature, drought, extreme precipitation, habitat fragmentation, and other environmental pressures. Management strategies that maintain biodiversity, ecological connectivity, and functional redundancy can increase the resilience of natural capital and improve the ability of ecosystems to continue providing essential services under changing environmental conditions.

References

1. Adem Esmail, B., Cortinovis, C., Geneletti, D., Inostroza, L., Peters, R., Romelli, C., Schulze, I., Tecle-Misghina, B., Teklemariam, M., Wang, J., et al. (2025). Mapping and analyzing ecosystem services hotspots and coldspots for sustainable spatial planning in the Greater Asmara Area, Eritrea. Environmental Management, 75, 551–567.
2. Burdon, D., Barnard, S., Strong, J. A., & Atkins, J. P. (2024). Linking marine habitats and economic values: A spatial scaling methodology for valuing societal benefits. Ecological Economics, 224, 108316.

3. Rossi, F., et al. (2023). Assessing the natural capital value of Posidonia oceanica meadows in the Italian seas by integrating habitat suitability and environmental accounting models. ICES Journal of Marine Science, 80(4), 739–750.
4. Sylla, M. (2023). Ecosystem services contributing to local economic sectors – conceptual framework of linking ecosystem services, benefits and economic sectors. Economics and Environment, 85(2), 52–67.
5. Zafra-Calvo, N., Balvanera, P., Pascual, U., Merçon, J., Martín-López, B., et al. (2022). Plural valuation of nature for sustainability: Recommendations for methodological approaches. Nature Sustainability, 5, 1–11.

DOI 10.70286/EOSS-26.10.2026.002.61-65

АГРОФІТОРІЗНОМАНІТТЯ УМАНСЬКОГО РАЙОНУ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ ЗА РЕЄСТРОВИМИ ДАНИМИ 2026 РОКУ

Сорока Я.В.
аспірантка
Кафедра екології
Уманський національний університет, Україна

Анотація. Охарактеризовано агрофіторізноманіття та виробничі типи агровиробників Уманського району Черкаської області за реєстровим зрізом станом на 18 жовтня 2026 року. Проаналізовано 414 записів у 52 населених пунктах. Визначено найпоширеніші культури й залежність результатів типізації від повноти та походження реєстрових відомостей. Окреслено екосистемне значення виробничих поєднань і напрями подальших досліджень.

Ключові слова: агрофіторізноманіття, агроекосистеми, Уманський район, реєстрові дані, виробнича спеціалізація, TripoliLand.

Вступ. Агрофіторізноманіття відображає склад культурної рослинності та відмінності між агроекосистемами за поєднанням виробничих напрямів. Відкриті бази агровиробників дають змогу встановити перелік зазначених культур, виявити спеціалізовані й багатогалузеві господарства та визначити об’єкти подальших польових досліджень. Для території Уманського району уточнений реєстр 2026 року засвідчує високу частоту згадування зернових і соняшнику, значну представленість сої та наявність менш поширених садівничих, овочівницьких і тваринницьких напрямів [1, 2].

Мета і завдання дослідження. Охарактеризувати агрофіторізноманіття та структуру виробничих типів агровиробників колишнього Уманського району Черкаської області разом із м. Уманню за реєстровим зрізом станом на 18 жовтня 2026 року й визначити екосистемне значення виявлених поєднань.

Матеріали та методи дослідження. Матеріалом дослідження є уточнений витяг TripoliLand та пов'язані з ним базові описи господарств [1, 2]. Переглянуто 637 повних карток на 16 сторінках районного добору. Після територіального відбору та зведення повторів сформовано 414 основних записів у 52 населених пунктах: 244 записи організацій, 4 підрозділи та 166 записів фізичних осіб — підприємців.

Застосовано частотний аналіз назв культур і типологічне групування за класифікацією Сергія Сонька [5]. Одиниця обліку — реєстровий запис, а не площа посівів чи окрема фізична особа. Дата перегляду бази не визначає року кожного виробничого спостереження. Конкретні галузі рослинництва деталізовані у 132 записах, тваринництва — у 20; відсутність деталізації не прирівнювали до відсутності галузі.

Результати дослідження та їх обговорення. Серед 132 записів із конкретними культурами соняшник наведено у 117 (88,6 %), кукурудзу — у 92 (69,7 %), сою — у 91 (68,9 %), озиму пшеницю — у 67 (50,8 %), озимий ріпак — у 36 (27,3 %). Виявлено 21 культурне найменування з окремим обліком озимих і ярих форм; це не кількість ботанічних видів. Один запис може містити декілька культур, тому частки на рисунку не утворюють розподілу на 100 % (рис. 1).



Рис. 1. Найпоширеніші найменування сільськогосподарських культур у відкритих картках агровиробників [1, 2]

Тип або підтип установлено для 348 записів (84,1 % реєстру): у 96 випадках за базовими описами (Б), у 44 — за конкретними відомостями TripoliLand (Т), у 208 — попередньо за заявленим напрямом, зокрема КВЕД (К). Отже, типізація поєднує різні за походженням атрибути; базові описи не мають установленого року кожного спостереження, а категорія К потребує виробничого підтвердження.

Найбільшу частку всього реєстру має підтип 1б — 158 записів (38,2 %), однак 150 із них типізовано попередньо за заявленим напрямом. Підтип 1и охоплює 67 записів (16,2 %), усі — за базовими описами. Тому співвідношення 1б і 1и відображає також різну повноту відомостей про кормові культури. Його не можна безпосередньо тлумачити як співвідношення фактичних сівозмін у 2026 році.

Для перевірки залежності результатів від складу джерел обчислено індекс Шеннона H′ з натуральним логарифмом, різноманіття Сімпсона 1−D як одиницю мінус суму квадратів часток та рівномірність Пієлу J [3, 4, 6]. Розрахунки виконано для трьох вкладених сукупностей. Некласифіковані записи до індексів не включено (табл. 2).

У сукупності Б + Т найбільшу частку має 1и — 47,9 %, тоді як у розширеній Б + Т + К — 1б (45,4 % класифікованих записів). Зниження H′ та J за додавання попередніх визначень демонструє чутливість оцінки до джерела атрибутів. Значення характеризують різноманіття реєстрової спеціалізації, включно з допоміжними напрямами, а не видове різноманіття рослин чи його часову зміну.

Екосистемне значення виявленої структури полягає у різних передумовах формування зв’язків між культурними рослинами, ґрунтом і тваринницькими компонентами. Зернові колосові представлені пшеницею, ячменем та вівсом, зернобобові — соєю, горохом і квасолею, олійні — соняшником, ріпаком і гірчицею; окремо наявні кукурудза, цукровий буряк, плодові й овочеві культури. Такий набір створює можливості для урізноманітнення чергування культур і підтримання функціональних відмінностей агроекосистем. Екологічна роль культурного різноманіття пов’язана з біологічним регулюванням та кругообігом речовин [7].

Таблиця 1. Структура основних виробничих категорій у реєстровому зрізі 2026 року

Тип / підтип і скорочена характеристика	**Записів**	**Частка, %**
1б — Зернове господарство з технічними олійними культурами	158	38,2
1и — Зернове господарство з технічними олійними та кормовими	67	16,2
4в — Садівництво та ягідництво	19	4,6
1з — Зернове господарство з технічними культурами в різних сполученнях	14	3,4
2а — Вирощування кукурудзи з технічними олійними культурами	8	1,9
1в — Зернове господарство з технічними культурами — соняшником і соєю	6	1,4
4і — Розсадництво	6	1,4
9б — Свинарство	6	1,4
Інші 26 категорій	64	15,5
Не визначено	66	15,9
Разом	414	100,0

Наявність зернобобових дозволяє розглядати потенціал симбіотичної азотфіксації, а поєднання кормового рослинництва з тваринництвом — можливість повернення органічної речовини до ґрунту. Садівництво й

ягідництво формують багаторічний рослинний компонент, відмінний від однорічних польових посівів. Це екологічна інтерпретація виробничих поєднань: реєстр не містить вимірювань азотного балансу, внесення органічних добрив або фактичної інтенсивності цих зв'язків.

Таблиця 2. Різноманіття виробничих категорій залежно від основи типізації

Показник	Т	Б + Т	Б + Т + К
Кількість класифікованих записів	44	140	348
Кількість категорій	14	28	34
Індекс Шеннона H′	2,399	2,281	2,140
Індекс Сімпсона 1−D	0,892	0,755	0,749
Рівномірність Пієлу J	0,909	0,685	0,607

Прикладом деталізації є ФГ «Агрофірма «Базис» у Кочубіївці: у відкритій картці наведено 12 найменувань культурних рослин, зокрема горох, гречку, овес, пшеницю, ячмінь, кукурудзу, соняшник, сою, ріпак і цукровий буряк, а також декілька тваринницьких напрямів. Для ТОВ «Умань-Агро» у Гереженівці зазначено сім найменувань культурних рослин і відомості про велику рогату худобу, виробництво молока та бджільництво [1, 2]. Такі записи доцільно використати для перевірки фактичних сівозмін і взаємодії рослинницьких та тваринницьких компонентів.

Найбільше адресних записів зосереджено в Умані — 92 (22,2 % усієї сукупності), Бабанці й Оксанині — по 18, Родниківці — 17. Цей розподіл характеризує реєстраційні осередки. Визначення виробничих осередків потребує уточнення місця розташування полів, садів і ферм. Аналогічно висока частота соняшнику приблизно може визначати його частку у посівній площі району.

Висновки

1. Реєстровий зріз 2026 року охоплює 414 записів у 52 населених пунктах Уманського району та м. Умані. Це результат опрацювання районного добору в загальноукраїнській базі даних TripoliLand.

2. Серед 132 записів із конкретними культурами найчастіше зазначені соняшник, кукурудза, соя та озима пшениця. Садівничі й овочівницькі напрями та наявність кормових у базових описах відображають функціональну неоднорідність виробничих поєднань.

3. Для 348 записів визначено 34 категорії; 208 записів типізовано попередньо за заявленим напрямом. Домінування 1б у розширеній сукупності та 1и серед записів Б + Т показує залежність типологічної картини від повноти й походження атрибутів.

4. Реєстр придатний для відбору господарств і постановки екосистемних досліджень. Подальші висновки про агрофіторізноманіття 2026 року потребують додаткових відомостей, зокрема фактичного місця діяльності, посівних площ і структури сівозмін.

Список використаних джерел

1. Уманський район. Окремий витяг агровиробників TripoliLand : уточнений реєстр і матеріали перевірки станом на 18.10.2026. Електронні матеріали дослідження. 2026.
2. TripoliLand. Фермерські господарства в Уманському районі Черкаської області. URL: https://tripoli.land/ua/farmers/cherkasskaya/umanskiy (дата звернення: 18.10.2026).
3. Shannon C. E. A Mathematical Theory of Communication. Bell System Technical Journal. 1948. Vol. 27, no. 3. P. 379–423. DOI: https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x.
4. Simpson E. H. Measurement of Diversity. Nature. 1949. Vol. 163. P. 688. DOI: https://doi.org/10.1038/163688a0.
5. Sonko S. P. Express assessment of environmental impact of agriculture technologies on the soils of Cherkasy Oblast. Ukrainian Journal of Ecology. 2018. Vol. 8, no. 1. P. 451–459. DOI: https://doi.org/10.15421/2017_235. URL: http://lib.udau.edu.ua/handle/123456789/6574.
6. Pielou E. C. The measurement of diversity in different types of biological collections. Journal of Theoretical Biology. 1966. Vol. 13. P. 131–144. DOI: https://doi.org/10.1016/0022-5193(66)90013-0.
7. Altieri M. A. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. Agriculture, Ecosystems & Environment. 1999. Vol. 74, no. 1–3. P. 19–31. DOI: https://doi.org/10.1016/S0167-8809(99)00028-6.

ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL PRESSURES AND SUSTAINABLE CONSERVATION APPROACHES FOR MARINE AND COASTAL ECOSYSTEMS

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

Abstract

Marine and coastal ecosystems constitute some of the most ecologically significant natural systems on the planet, providing a wide range of essential ecosystem services, sustaining biological diversity, regulating climatic processes, and supporting the economic and social well-being of human communities. Nevertheless, intensifying anthropogenic activities, environmental pollution, climate change, excessive exploitation of marine resources, habitat alteration, and the introduction and expansion of invasive species are increasingly undermining the ecological integrity, resilience, and functional stability of these systems. This study investigates the principal contemporary

challenges confronting marine and coastal ecosystems and evaluates current scientific and management approaches aimed at their effective conservation and sustainable use.

The study focuses on the ecological consequences of different forms of marine pollution, particularly plastic debris, microplastics, petroleum-derived pollutants, and chemical contaminants, and examines their potential effects on ecosystem structure, biological communities, and biodiversity. In addition, the impacts of major climate-related processes, including increasing seawater temperature, ocean acidification, changing sea levels, and associated environmental shifts, are considered in relation to the vulnerability and resilience of marine habitats. Particular emphasis is placed on the degradation of ecologically sensitive coastal environments, including coral reef systems, mangrove ecosystems, seagrass beds, estuarine areas, and coastal wetlands, which perform critical functions in biodiversity maintenance, nutrient cycling, carbon sequestration, shoreline stabilization, and protection against coastal hazards.

Contemporary conservation approaches are examined with particular emphasis on marine protected areas, ecosystem-based management, sustainable fisheries, habitat restoration, biodiversity conservation, and nature-based solutions. The potential of advanced technological approaches, including remote sensing, Geographic Information Systems (GIS), environmental DNA (eDNA) techniques, automated monitoring systems, and artificial intelligence, is also considered in relation to ecosystem assessment, biodiversity monitoring, environmental-risk detection, and evidence-based conservation planning.

The findings indicate that the effective conservation of marine and coastal ecosystems cannot be achieved through isolated management interventions. Instead, long-term protection requires an integrated framework that combines ecological research, technological innovation, adaptive environmental governance, sustainable resource utilization, effective conservation policies, and international scientific cooperation. The restoration and sustainable management of marine and coastal environments are essential for maintaining biodiversity, preserving ecosystem services, strengthening ecological resilience, and ensuring the long-term environmental security and well-being of future generations.

Keywords: ecosystem restoration, coastal ecosystems, biodiversity conservation, marine pollution, climate change, ocean acidification, marine protected areas,

Introduction

Marine and coastal ecosystems represent some of the most productive and biologically diverse natural systems on Earth, playing a fundamental role in maintaining global ecological balance, regulating climate processes, supporting biodiversity, and providing essential ecosystem services for human societies. Oceans, seas, estuaries, mangrove forests, coral reefs, seagrass meadows, and coastal wetlands form complex ecological networks that sustain a wide range of organisms and contribute significantly to global biogeochemical cycles. These ecosystems are not only reservoirs of biological diversity but also provide economic, social, and cultural benefits through fisheries, tourism, coastal protection, transportation, and natural resource supply. However, increasing anthropogenic pressures have resulted in

significant degradation of marine and coastal environments, creating urgent challenges for their conservation and sustainable management.

The rapid growth of human activities in coastal regions has become one of the primary drivers of marine ecosystem degradation. Population growth, urbanization, industrial development, intensive agriculture, and expansion of coastal infrastructure have significantly increased pressure on marine habitats. Coastal zones, where terrestrial and marine environments interact, are particularly vulnerable due to their high ecological productivity and intensive human utilization. The transformation of natural coastal landscapes, destruction of wetlands, and alteration of shoreline structures have led to habitat fragmentation, biodiversity decline, and disruption of ecological processes.

One of the most critical modern problems affecting marine and coastal ecosystems is pollution. Marine pollution originates from multiple sources, including industrial discharges, agricultural runoff, untreated wastewater, oil spills, and plastic waste accumulation. Among these pollutants, plastic pollution has become a global environmental concern due to the persistence of synthetic materials in marine environments. Microplastics, which result from the fragmentation of larger plastic materials, can enter food chains, accumulate in marine organisms, and potentially affect ecosystem functions and human health. Chemical contaminants such as heavy metals, pesticides, and petroleum-derived compounds further contribute to the deterioration of marine environmental quality by altering physiological processes in aquatic organisms and reducing biodiversity[1].

Climate change represents another major threat to marine and coastal ecosystems. Increasing atmospheric temperatures have caused significant changes in ocean conditions, including rising sea temperatures, ocean acidification, sea-level rise, and changes in ocean circulation patterns. These processes have profound impacts on marine organisms and habitats. For example, coral reef ecosystems are highly sensitive to temperature increases, and prolonged thermal stress can result in coral bleaching and large-scale habitat loss. Ocean acidification, caused by increased absorption of atmospheric carbon dioxide, affects organisms that depend on calcium carbonate structures, including corals, mollusks, and certain plankton species, thereby influencing marine food webs and ecosystem stability.

Overexploitation of marine biological resources is also among the most significant challenges in marine conservation. Unsustainable fishing practices, illegal fishing activities, and excessive harvesting of marine organisms have resulted in declining populations of many commercially and ecologically important species. Overfishing disrupts trophic relationships, alters community structures, and reduces the resilience of marine ecosystems. The decline of key species can have cascading effects throughout food webs, affecting ecosystem productivity and stability.

The loss and degradation of coastal habitats represent another critical conservation issue. Ecosystems such as mangrove forests, salt marshes, seagrass meadows, and coastal wetlands serve as important breeding, feeding, and shelter areas for numerous species. They also provide natural protection against coastal erosion,

storms, and flooding. However, these habitats are increasingly threatened by land reclamation, urban expansion, pollution, and climate-related changes. The destruction of coastal vegetation reduces ecosystem resilience and decreases the capacity of coastal areas to adapt to environmental changes.

Biodiversity loss in marine environments has become a growing global concern. Marine ecosystems contain a large proportion of Earth's biodiversity, including numerous species that remain poorly studied. Habitat destruction, pollution, climate change, invasive species, and overexploitation contribute to population declines and species extinction risks. The reduction of marine biodiversity not only threatens individual species but also weakens ecosystem stability and decreases the ability of marine systems to provide essential ecological services[2].

Invasive alien species represent an additional challenge for marine ecosystem conservation. Through global shipping, aquaculture activities, and human-mediated transport, non-native species can be introduced into new environments where they may compete with native organisms, modify habitats, and disrupt ecological interactions. Invasive species can cause significant changes in community composition and reduce the ecological integrity of marine ecosystems.

Modern marine conservation requires the development and implementation of integrated management approaches that combine ecological knowledge, technological innovation, and effective environmental governance. Traditional conservation methods are increasingly being complemented by advanced approaches such as marine protected areas (MPAs), ecosystem-based management, remote sensing technologies, geographic information systems (GIS), environmental DNA (eDNA) analysis, and artificial intelligence-based monitoring systems. These innovative tools improve the ability to assess ecosystem conditions, monitor biodiversity changes, and develop scientifically based conservation strategies.

Marine protected areas have become one of the most important instruments for conserving marine biodiversity and restoring degraded ecosystems. By limiting destructive human activities, protected areas provide opportunities for population recovery, habitat restoration, and maintenance of ecological processes. However, the effectiveness of these areas depends on proper planning, adequate management, scientific monitoring, and cooperation among stakeholders.

The conservation of marine and coastal ecosystems is also closely connected with sustainable development goals and international environmental commitments. Global initiatives emphasize the importance of reducing marine pollution, protecting biodiversity, combating climate change, and promoting sustainable use of ocean resources. Achieving these objectives requires collaboration among governments, scientific institutions, local communities, industries, and international organizations[3].

In recent decades, scientific research has increasingly highlighted the importance of understanding marine ecosystems as dynamic and interconnected systems. Conservation strategies must consider not only individual species protection but also the preservation of ecological interactions, habitat complexity, and ecosystem functions.

Adaptive management approaches based on continuous monitoring and scientific assessment are essential for responding to rapidly changing environmental conditions.

Therefore, the protection of marine and coastal ecosystems represents one of the most important environmental priorities of the modern era. Addressing current conservation challenges requires a multidisciplinary approach that integrates ecology, technology, environmental policy, and sustainable resource management. Effective conservation measures will contribute not only to maintaining marine biodiversity but also to ensuring ecosystem services, climate regulation, and the well-being of future generations.

Materials and Methods

The research was conducted using a comprehensive interdisciplinary methodological approach aimed at evaluating the current challenges affecting marine and coastal ecosystems and analyzing modern strategies for their conservation. The methodological framework was based on the integration of ecological assessment methods, scientific literature analysis, comparative evaluation, and synthesis of contemporary conservation approaches. This approach enabled the assessment of anthropogenic impacts, ecological changes, and the effectiveness of existing management strategies for marine and coastal environments.

The materials of the study consisted of scientific articles, international environmental reports, biodiversity assessment documents, marine conservation strategies, and research findings related to ocean ecology, coastal ecosystem dynamics, climate change impacts, marine pollution, and sustainable resource management. Recent scientific publications from international databases were analyzed to identify current trends and major environmental threats affecting marine and coastal ecosystems.

The research materials covered different components of marine and coastal ecosystems, including coral reefs, mangrove forests, seagrass meadows, estuaries, coastal wetlands, and open marine habitats. Particular attention was given to major ecological problems such as plastic pollution, chemical contamination, habitat destruction, biodiversity loss, climate change impacts, overfishing, and invasive species introduction.

A systematic literature review method was applied to collect and analyze scientific information related to marine ecosystem degradation and conservation practices. Scientific sources were selected according to their relevance, reliability, and contribution to understanding ecological processes and conservation mechanisms. The collected information was classified into several thematic categories, including pollution impacts, climate-related changes, biodiversity conservation, ecosystem restoration, and sustainable management approaches.

Comparative analysis was used to evaluate differences between degraded and protected marine environments and to determine the effectiveness of various conservation measures. The assessment was based on ecological indicators such as species diversity, habitat quality, population dynamics of marine organisms, pollution levels, ecosystem productivity, and ecological resilience.

The study also applied ecological monitoring and assessment approaches used in marine conservation research. These included biological monitoring of marine organisms, assessment of water quality parameters, evaluation of habitat conditions, and analysis of changes in ecosystem structure and function. Indicators such as species richness, abundance, biodiversity indices, and community composition were considered for evaluating ecosystem status.

Remote sensing and geographic information system (GIS)-based approaches were examined as modern tools for monitoring marine and coastal ecosystems. Satellite observations, spatial analysis methods, and digital mapping technologies were evaluated for their ability to detect changes in coastal land use, habitat degradation, sea surface temperature variations, and other environmental parameters.

The role of advanced technologies, including environmental DNA (eDNA) analysis, artificial intelligence-based models, and automated monitoring systems, was also analyzed. These methods were considered as innovative approaches for improving biodiversity assessment, identifying ecological changes, and supporting decision-making processes in marine conservation.

The assessment of conservation strategies included analysis of marine protected areas (MPAs), ecosystem-based management approaches, habitat restoration programs, and sustainable fisheries management practices. Their effectiveness was evaluated based on their contribution to biodiversity preservation, recovery of degraded habitats, and maintenance of ecosystem services.

The collected data were analyzed using descriptive, comparative, and analytical methods. The results were synthesized to identify the main drivers of marine and coastal ecosystem degradation, evaluate current conservation challenges, and determine future directions for sustainable management.

The applied methodology allowed for a comprehensive assessment of modern problems in marine and coastal ecosystem conservation by combining ecological knowledge, technological approaches, and sustainability principles. This research framework provides a scientific basis for understanding environmental pressures and developing effective strategies for the protection and restoration of marine ecosystems.

Results and Discussion

The results of the study demonstrated that marine and coastal ecosystems are currently experiencing complex and interconnected environmental pressures caused by increasing anthropogenic activities, climate change, and unsustainable resource utilization. The analysis revealed that these ecosystems, despite their high ecological productivity and resilience, are undergoing significant structural and functional changes that threaten biodiversity conservation, ecosystem stability, and the continuation of essential ecosystem services.

One of the most significant findings of the research was the dominant role of pollution as a major factor contributing to marine and coastal ecosystem degradation. The accumulation of plastic waste, microplastics, industrial pollutants, agricultural chemicals, and petroleum-derived contaminants has resulted in considerable deterioration of marine environmental quality. The analysis showed that pollutants

affect marine organisms at different trophic levels by causing physiological stress, reducing reproductive capacity, and altering natural population dynamics. Microplastic contamination was identified as a particularly serious problem due to its widespread distribution, persistence in marine environments, and ability to enter food chains. These findings indicate that reducing plastic input into marine systems should be considered one of the primary priorities in modern conservation strategies.

The study results also revealed that climate change has become a critical factor influencing the ecological condition of marine and coastal ecosystems. Rising sea temperatures, ocean acidification, sea-level rise, and changes in hydrological processes have significantly affected marine biodiversity and habitat stability. Coral reef ecosystems were identified as among the most vulnerable habitats, where increased thermal stress leads to coral bleaching and loss of reef-associated biodiversity. Ocean acidification was found to negatively influence organisms with calcium carbonate structures, resulting in changes in marine community composition and ecosystem productivity[4].

The analysis of biodiversity changes demonstrated a significant decline in many marine species due to habitat destruction, overexploitation, and environmental pollution. Coastal habitats, including mangrove forests, seagrass ecosystems, and wetlands, were found to be particularly vulnerable to human disturbance. The degradation of these habitats reduces breeding and feeding areas for marine organisms and weakens natural coastal protection mechanisms. The results emphasize that habitat conservation and restoration are essential components of effective marine biodiversity management.

The research findings highlighted that overfishing and unsustainable exploitation of marine resources remain among the major challenges for ecosystem conservation. Excessive fishing pressure leads to population decline of economically and ecologically important species, disrupts food web relationships, and reduces ecosystem resilience. The analysis showed that sustainable fisheries management, including fishing regulation, protection of spawning areas, and reduction of illegal fishing activities, is necessary for maintaining marine ecosystem balance.

The study also demonstrated the increasing ecological significance of invasive alien species in marine environments. Global transportation networks, particularly maritime activities, contribute to the introduction and spread of non-native organisms. Invasive species can compete with native species, modify habitat conditions, and disrupt ecological interactions. The results indicate that early detection and continuous monitoring are essential for preventing large-scale ecological disturbances caused by biological invasions.

A significant outcome of the research was the identification of the effectiveness of modern technological approaches in marine ecosystem monitoring and conservation. Remote sensing technologies, geographic information systems (GIS), environmental DNA (eDNA) analysis, and artificial intelligence-based monitoring systems provide valuable opportunities for assessing ecosystem changes with greater

accuracy and efficiency. These approaches improve the ability to detect pollution sources, monitor biodiversity patterns, and predict potential ecological risks.

The analysis of marine protected areas (MPAs) showed that properly designed and effectively managed protected zones contribute significantly to biodiversity conservation and ecosystem recovery. Protected areas provide conditions for population restoration, habitat preservation, and maintenance of ecological processes. However, the effectiveness of MPAs depends on appropriate management strategies, scientific monitoring, enforcement mechanisms, and cooperation among local communities and governmental institutions.

The results further indicated that ecosystem restoration approaches have considerable potential for improving degraded marine and coastal environments. Restoration of mangrove forests, coral reefs, seagrass meadows, and coastal wetlands contributes to increasing biodiversity, enhancing carbon storage capacity, and strengthening ecosystem resilience. Nature-based solutions were identified as particularly valuable because they combine ecological restoration with climate adaptation and sustainable development objectives.

Despite the progress achieved in marine conservation, the study identified several limitations and challenges. These include insufficient financial resources, inadequate monitoring infrastructure, weak enforcement of environmental regulations, and limited public awareness regarding marine conservation. Additionally, the complexity of marine ecosystems requires continuous scientific research and adaptive management approaches capable of responding to rapidly changing environmental conditions.

Overall, the findings confirm that the conservation of marine and coastal ecosystems requires an integrated approach combining ecological research, technological innovation, sustainable resource management, and international cooperation. Effective protection strategies should focus not only on reducing current environmental pressures but also on restoring degraded habitats and enhancing ecosystem resilience. The preservation of marine ecosystems is essential for maintaining global biodiversity, regulating climate processes, and ensuring the sustainable use of ocean resources for future generations.

Conclusion

The study results demonstrate that the conservation of marine and coastal ecosystems is one of the most important environmental challenges of the modern era. These ecosystems play a fundamental role in maintaining global ecological balance, preserving biodiversity, regulating climate processes, and providing essential ecosystem services for human societies. However, increasing anthropogenic pressure, pollution, climate change, overexploitation of marine resources, habitat destruction, and the spread of invasive species have significantly threatened the stability and functioning of marine environments.

The analysis showed that marine pollution, particularly plastic waste, microplastics, chemical contaminants, and oil-related pollutants, represents one of the major factors contributing to ecosystem degradation. These pollutants negatively affect marine organisms, disrupt food chains, and reduce ecosystem productivity. Therefore,

effective pollution prevention strategies, improved waste management systems, and international cooperation are essential for reducing the negative impacts on marine environments.

Climate change has been identified as another critical challenge affecting marine and coastal ecosystems. Rising ocean temperatures, acidification, and sea-level changes are altering habitat conditions and threatening sensitive ecosystems such as coral reefs, mangrove forests, and seagrass meadows. The implementation of climate adaptation measures and ecosystem-based conservation approaches is necessary to strengthen the resilience of marine ecosystems against future environmental changes.

The research also confirmed that biodiversity conservation requires the protection and restoration of key marine habitats. Marine protected areas, sustainable fisheries management, ecological restoration programs, and nature-based solutions provide effective mechanisms for maintaining species diversity and ecosystem functions. The restoration of degraded coastal habitats contributes not only to biodiversity preservation but also to climate regulation and coastal protection.

Modern technological approaches, including remote sensing, geographic information systems (GIS), environmental DNA (eDNA) analysis, and artificial intelligence-based monitoring systems, have significantly improved the possibilities for marine ecosystem assessment and management. These technologies allow for more accurate monitoring of environmental changes, early detection of ecological risks, and development of scientifically based conservation strategies.

However, successful marine and coastal ecosystem conservation requires overcoming several challenges, including insufficient funding, limited monitoring capacity, weak environmental governance, and lack of public awareness. Addressing these issues requires coordinated efforts among governments, scientific institutions, international organizations, local communities, and economic sectors.

References

1. Bennett, N. J., Katz, L., Yadao-Evans, W., Ahmadia, G. N., Atkinson, S., Ban, N. C., et al. (2021). Advancing social equity in and through marine conservation. Frontiers in Marine Science, 8, 711538.
2. Duffy, J. E., Benedetti-Cecchi, L., Trinanes, J., Wall, C. B., Boström, C., Lefcheck, J. S., et al. (2022). Toward a new understanding of marine biodiversity and ecosystem functioning in a changing ocean. Annual Review of Marine Science, 14, 1–25.
3. Macreadie, P. I., Costa, M. D. P., Atwood, T. B., Friess, D. A., Kelleway, J. J., Kennedy, H., et al. (2021). Blue carbon as a natural climate solution. Nature Reviews Earth & Environment, 2, 826–839.
4. Sala, E., Mayorga, J., Bradley, D., Cabral, R. B., Atwood, T. B., Auber, A., et al. (2021). Protecting the global ocean for biodiversity, food and climate. Nature, 592, 397–402.

DOI 10.70286/EOSS-26.10.2026.003-74-82

ОСОБЛИВОСТІ ПРОСТОРОВОГО РОЗПОДІЛУ ПРЕДСТАВНИКІВ РОДИНИ ГОРОБЦЕВІ (PASSERIDAE) НА ПРАВОБЕРЕЖНІЙ ЧАСТИНІ МІСТА ДНІПРО

Маленик Яна Русланівна
аспірантка
Леонтенко Микита Сергійович
здобувач вищої освіти
Пономаренко Олександр Леонідович
канд. біол.наук, доцент
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
м. Дніпро, Україна

Анотація: Досліджено особливості просторового розподілу родини Горобцеві (Passeridae) в урбанізованому середовищі міста Дніпра. Проаналізовано зв'язки між активністю представників родини і характеристиками середовища. Виявлено відмінності у використанні міського простору двома видами, які відображають особливості їхніх екологічних зв'язків із зеленими насадженнями та антропогенними елементами міського ландшафту. Отримані результати поглиблюють уявлення про екологічні особливості горобцевих у міських екосистемах.

Ключові слова: просторовий розподіл, активність птахів, міські території, міська орнітофауна, екологічні чинники

Введення. Дослідження особливостей просторового розподілу птахів у міських парках є важливим напрямом вивчення функціонування урбоекосистем, оскільки дає змогу встановити характер взаємозв'язків між орнітофауною та компонентами міського середовища. Аналіз просторового розміщення птахів сприяє визначенню ролі ландшафтних і середовищних чинників у формуванні особливостей їхнього поширення в межах міської території. Отримані результати мають значення як для дослідження адаптаційних механізмів птахів до умов урбанізованого середовища, так і для розроблення підходів до збереження та підтримання біорізноманіття в містах.

Представники родини Горобцевих (Passeridae), зокрема горобець хатній Passer domesticus (Linnaeus, 1758) і горобець польовий Passer montanus (Linnaeus, 1758), становлять інтерес для дослідження просторового розподілу птахів в урбоекосистемах завдяки здатності пристосовуватися до різноманітних умов середовища та використовувати природні й антропогенно трансформовані біотопи. Вивчення цих закономірностей дає змогу поглибити розуміння

екологічних вимог зазначених видів і визначити чинники, пов'язані з їхнім просторовим розміщенням у міських парках.

Мета та задачі дослідження. Метою дослідження є встановлення особливостей поширення представників родини Горобцевих (Passeridae) в умовах урбанізованого середовища та з'ясування зв'язку між їхньою реєстрацією і просторовими характеристиками досліджуваних ділянок.

Матеріали та Методи дослідження. Емпіричну основу дослідження становлять результати польових обліків активності птахів, проведених на правобережній частині міста Дніпра протягом гніздових періодів 2022-2025 років. Частину використаної бази було опубліковано на GBIF [1]. Збір матеріалу здійснювали методом пішого маршрутного обліку. Під час польових виходів визначали вид зареєстрованих птахів, зокрема горобців, а також фіксували видовий склад деревостану, на якому спостерігали активність птахів. Для характеристики використання деревостанів птахами застосовували методичний підхід, запропонований О. Л. Пономаренком (2017) [2], адаптований до завдань дослідження просторового розподілу орнітофауни в міських парках. Згідно з методикою вік дерев визначали за стадіями онтогенезу: віргінільною (virg), молодою (g1), зрілою (g2) та старою генеративною (g3), а також синільною (sin). Санітарний стан оцінювали за шкалою відповідно до Санітарних правил в лісах України [3]: від дерев без ознак ослаблення до старого сухостою. Густота крони дерев визначалась за наступними градаціями: щільнокронні, напівщільнокронні, напіважурні та ажурні. [4]

Результати дослідження і їх обговорення. У межах досліджуваної території правобережної частини міста Дніпра представників горобця польового та горобця хатнього реєстрували в різних типах міського середовища, зокрема на вулицях, бульварах, проспектах, у внутрішньоквартальних дворах, на окремих міських територіях і в зелених зонах.

Загалом на всіх територіях було нараховано 735 представників родини Горобцевих. З них 537 реєстрацій припадає на горобця польового, а на горобця хатнього – 198.

У категорії вулиць, бульварів і провулків зафіксовано 117 реєстрацій горобця польового та 130 реєстрацій горобця хатнього. Серед локацій із найбільшою кількістю спостережень горобця польового виділялися вул. Робоча (25 реєстрацій), вул. Старокозацька (17), вул. Княгині Ольги та вул. Князя Ярослава Мудрого (по 12), а також вул. Січеславська Набережна (11). Горобець хатній найчастіше реєструвався на вул. Січеславська Набережна (25 реєстрацій), вул. Князя Володимира Великого та вул. Павла Нірінберга (по 11), вул. Княгині Ольги (10) і вул. Шолом-Алейхема (9). На низці вулиць спостерігали обидва види, проте співвідношення кількості реєстрацій відрізнялося залежно від місця. Зокрема, на вул. Робочій переважав горобець польовий, тоді як на вул. Воскресенській і вул. Січеславській Набережній більше реєстрували горобця хатнього.

На окремих міських територіях, до яких належали Дніпровський академічний театр опери та балету, Європейський бульвар і Палац культури машинобудівників сумарно зареєстровано 8 випадків спостереження горобця польового та 9 – горобця хатнього. Найбільшу кількість реєстрацій горобця польового в цій категорії відзначено на Європейському бульварі та біля Палацу культури машинобудівників (4). Горобець хатній також найчастіше траплявся на Європейському бульварі (7).

У межах проспектів зафіксовано 49 реєстрацій горобця польового та 17 – горобця хатнього. Найбільшу кількість спостережень горобця польового зареєстровано на просп. Дмитра Яворницького (19), просп. Поля (14) і просп. Лесі Українки (10). Горобець хатній найчастіше траплявся на просп. Поля (12), тоді як на просп. Лесі Українки, просп. Дмитра Яворницького та проспекті Науки їхня кількість становила відповідно 2, 2 і 1.

У внутрішньоквартальних дворах виявлено 41 реєстрацію горобця польового та 14 – горобця хатнього. Найбільшу кількість спостережень першого виду зафіксовано у дворі на вул. Воскресенській і на вул. Робочій (13). Серед інших локацій вирізнялися двір на вул. Степана Бандери (4) та двір на вул. Столярова (3). Горобець хатній у дворах траплявся рідше; найбільшу кількість реєстрацій відзначено у дворі на вул. Князя Ярослава Мудрого та у дворі на вул. Старокозацькій (по 3). На інших ділянках цієї категорії кількість реєстрацій горобця хатнього переважно становила одну-дві.

Найбільшу кількість реєстрацій горобця польового зафіксовано в зелених зонах міста – загалом 322. Для горобця хатнього в цій категорії наведено 28 реєстрацій. Серед зелених зон за кількістю спостережень горобця польового виділялися парк ім. Т. Шевченка (40), Мандриківська коса на Дніпрі та Монастирський острів (по 35), Сухачівський лісопарк (33), парк «Новокодацький» (31) і Тонельна балка (29). Значну кількість реєстрацій також зафіксовано в Зеленому Гаю (27) та парку імені Лазаря Глоби (21). На інших ділянках частота була менша, зокрема в парку Пам’яті та Примирення (14), Соборній площі (18) та Сквері Героїв (9).

Горобець хатній у зелених зонах реєструвався значно рідше. Найбільшу кількість спостережень цього виду зафіксовано на Мандриківській косі на Дніпрі (9) та у сквері ім. Галини Андрусенко (6). У парку імені Лазаря Глоби й Тонельній балці зареєстровано по 4 особини, тоді як в інших зелених зонах кількість реєстрацій не перевищувала двох. У низці парків і скверів горобця хатнього взагалі не відзначено протягом досліджуваного періоду.

При розрахунку коефіцієнтів колігації, на окремих ділянках значення коефіцієнта перевищували прийнятий поріг 1, що, відповідно до використаного критерію, вказує на невипадковий характер реєстрацій птахів. (Табл. 1)

Таблиця 1 Розподіл коефіцієнтів колігації за появою горобця польового та горобця хатнього серед досліджених територій м. Дніпра

Місце реєстрації	Реєстрації Г. Польовий	Реєстрації Г. Хатній	Сума всіх птахів	Доля Г. Польовий	Доля Г. Хатній	Доля всіх птахів	Колігація Г. Польовий	Колігація Г. Хатній
Алея закоханих	1	-	7	0,00	-	0,00	**1,56**	-
Бульвар Театральний	2	-	10	0,00	-	0,00	**2,19**	-
Вул. 93-ї холодноярської бригади	-	1	18	-	0,01	0,00	-	**1,65**
Вул. 93-ї холодноярської бригади (двір)	-	1	3	-	0,01	0,00	-	**9,89**
Вул. Барикадна	1	1	4	0,00	0,01	0,00	**2,74**	**7,42**
Вул. Василя Чапленка	4	-	30	0,01	-	0,01	**1,46**	-
Вул. Володимира Мономаха	-	5	22	-	0,03	0,00	-	**6,74**
Вул. Воскресенська	1	6	18	0,00	0,03	0,00	0,61	**9,89**
Вул. Воскресенська (двір)	13	1	30	0,02	0,01	0,01	**4,74**	**0,99**
Вул. Європейська	-	1	20	-	0,01	0,00	-	**1,48**
Вул. Івана шулика	-	5	28	-	0,03	0,00	-	**5,30**
Вул. Княгині Ольги	12	10	39	0,02	0,05	0,01	**3,37**	**7,61**
Вул. Князя Володимира Великого	-	11	20	-	0,06	0,00	-	**16,32**
Вул. Князя Володимира Великого (двір1)	1	1	5	0,00	0,01	0,00	**2,19**	**5,94**
Вул. Князя Володимира Великого (двір2)	-	1	41	-	0,01	0,01	-	0,72
Вул. Князя Ярослава Мудрого	12	5	35	0,02	0,03	0,01	**3,75**	**4,24**
Вул. Князя Ярослава Мудрого (двір)	2	3	56	0,00	0,02	0,01	0,39	**1,59**
Вул. Королеви Єлизавети II	-	1	5	-	0,01	0,00	-	**5,94**
Вул. Короленка (двір)	-	1	3	-	0,01	0,00	-	**9,89**
Вул. Лазаря Глоби	-	1	21	-	0,01	0,00	-	**1,41**
Вул. Лазаря Глоби (двір)	-	2	5	-	0,01	0,00	-	**11,87**
Вул. Ламана	-	6	30	-	0,03	0,01	-	**5,94**
Вул. Магдебурзького права	3	-	3	0,01	-	0,00	**10,94**	-
Вул. Павла Нірінберга	2	11	42	0,00	0,06	0,01	0,52	**7,77**
Вул. Пастера	3	6	79	0,01	0,03	0,01	0,42	**2,25**
Вул. Половицька	4	-	22	0,01	-	0,00	**1,99**	-
Вул. Привокзальна	2	2	23	0,00	0,01	0,00	**0,95**	**2,58**
Вул. Робоча	25	5	144	0,05	0,03	0,02	**1,90**	**1,03**
Вул. Робоча (двір)	13	-	65	0,02	-	0,01	**2,19**	-
Вул. Січеславська набережна	11	25	227	0,02	0,13	0,04	0,53	**3,27**
Вул. Старокозацька	17	3	66	0,03	0,02	0,01	**2,82**	**1,35**
Вул. Старокозацька (двір)	1	1	5	0,00	0,01	0,00	**2,19**	**5,94**
Вул. Старокозацька (двір2)	2	3	6	0,00	0,02	0,00	**3,65**	**14,84**
Вул. Степана Бандери	1	1	34	0,00	0,01	0,01	0,32	0,87

Вул. Степана Бандери (двір)	4	-	5	0,01	-	0,00	**8,75**	-
Вул. Столярова (двір)	3	-	8	0,01	-	0,00	**4,10**	-
Вул. Шолом-алейхема	-	9	10	-	0,05	0,00	-	**26,71**
Вул. Володимира Мономаха	-	4	16	-	0,02	0,00	-	**7,42**
Вул. Січеславська Набережна (двір)	2	-	56	0,00	-	0,01	0,39	-
Діївські плавні	6	1	343	0,01	0,01	0,06	0,19	0,09
Дніпровський академічний театр опери та балету	-	2	35	-	0,01	0,01	-	**1,70**
Європейський бульвар	4	7	67	0,01	0,04	0,01	0,65	**3,10**
Зелений гай	27	-	247	0,05	-	0,04	**1,20**	-
Мандриківська коса на Дніпрі	35	9	202	0,07	0,05	0,03	**1,90**	**1,32**
Парк "Новокодацький"	31	-	188	0,06	-	0,03	**1,80**	-
Монастирський острів	35	1	176	0,07	0,01	0,03	**2,18**	0,17
Палац культури машинобудівників	4	-	9	0,01	-	0,00	**4,86**	-
Парк ім. Т. Шевченка	40	1	322	0,07	0,01	0,05	**1,36**	0,09
Парк Студентський	1	-	227	0,00	-	0,04	0,05	-
Парк ім. Богдана Хмельницького	3	-	129	0,01	-	0,02	0,25	-
Парк ім. Володі Дубініна	1	-	4	0,00	-	0,00	**2,74**	-
Парк ім. Лазаря Глоби	21	4	412	0,04	0,02	0,07	0,56	0,29
Парк ім. Писаржевського	5	-	174	0,01	-	0,03	0,31	-
Парк меморіальний	3	-	106	0,01	-	0,02	0,31	-
Парк Пам'яті та Примирення	14	-	112	0,03	-	0,02	**1,37**	-
Площа Вокзальна	-	4	115	-	0,02	0,02	-	**1,03**
Площа Героїв Майдану	4	2	13	0,01	0,01	0,00	**3,37**	**4,57**
Площа Успенська	5	5	18	0,01	0,03	0,00	**3,04**	**8,24**
Пров. Скориковський	6	-	15	0,01	-	0,00	**4,38**	-
Пр-т. Лесі українки	10	2	197	0,02	0,01	0,03	0,56	0,30
Пр-т. Поля	14	12	174	0,03	0,06	0,03	**0,88**	**2,05**
Пр-т. Науки	6	1	210	0,01	0,01	0,04	**0,31**	0,14
Пр-т Дмитра Яворницького	19	2	232	0,04	0,01	0,04	0,90	0,26
Сквер героїв	9	-	42	0,02	-	0,01	**2,34**	-
Сквер ім. Галини Андрусенко	-	6	12	-	0,03	0,00	-	**14,84**
Сквер ім. Героїв Полку «Дніпро-1»	-	2	36	-	0,01	0,01	-	**1,65**
Сквер металургів	11	-	84	0,02	-	0,01	**1,43**	-
Соборна площа	18	-	194	0,03	-	0,03	**1,02**	-
Сухачівський лісопарк	33	-	207	0,06	-	0,04	**1,74**	-
Тонельна балка	29	4	284	0,05	0,02	0,05	**1,12**	0,42
Троїцька площа	1	-	29	0,00	-	0,00	0,38	-
Загалом	537	198	5876	1	1	1	105,84	229,11

Для горобця польового значення коефіцієнта колігації понад 1 зафіксовано як на окремих вулицях і проспектах, так і в зелених зонах міста. Високі значення також отримано вул. Магдебурзького права (10,94), для двору на вул. Степана Бандери (8,75), Палацу культури машинобудівників (4,86), двору на вул. Воскресенській (4,74), пров. Скориковського (4,38) та двору на вул. Столярова (4,10), вул. Князя Ярослава Мудрого (3,75), у дворі на вул. Старокозацькій (3,65), на вул. Княгині Ольги та площі Героїв Майдану (по 3,37), на площі Успенській (3,04).

У зелених зонах найбільші значення коефіцієнта колігації горобця польового спостерігалися на Монастирському острові (2,18), Мандриківській косі на Дніпрі (1,90), у парку «Новокодацький» (1,80), Сухачівському лісопарку (1,74), парку Пам'яті та Примирення (1,37), парку ім. Т. Шевченка (1,36), Зеленого Гаю (1,20) і Тонельної балки (1,12).

Для горобця хатнього просторовий розподіл значень коефіцієнта колігації характеризувався іншою картиною. Значні показники зафіксовано на вул. Шолом-Алейхема (26,71) у дворі на вул. Старокозацькій та у сквері імені Галини Андрусенко (по 14,84), у дворі на вул. Лазаря Глоби (11,87), на вул. Князя Володимира Великого (16,32), на площі Успенській (8,24), вул. Павла Нірінберга (7,77), вул. Княгині Ольги (7,61), вул. Барикадній (7,42) та вул. Володимира Мономаха (6,74), на площі Героїв Майдану (4,57) на вул. Князя Ярослава Мудрого (4,24), на Європейському бульварі (3,10), вул. Пастера (2,25), просп. Поля (2,05) та низці інших міських ділянок.

У зелених зонах коефіцієнти колігації горобця хатнього переважно були нижчими, ніж на вулицях і в окремих дворах. Виняток становили Мандриківська коса на Дніпрі (1,32), а також сквер імені Галини Андрусенко (14,84).

Для горобця польового високі показники відзначено як у зелених зонах, так і на окремих вулицях та в міських дворах. Натомість для горобця хатнього найвиразніші значення зосереджені переважно на вулицях, площах і в окремих внутрішньоквартальних просторах. На деяких територіях, коефіцієнти обох видів перевищували одиницю, що свідчить про те, що обидва види регулярно реєструвалися на цих ділянках, хоча інтенсивність їхніх реєстрацій могла суттєво відрізнятися.

Результати кореляційного аналізу демонструють відмінності у взаємозв'язках між кількістю реєстрацій горобця польового, горобця хатнього та характеристиками середовища їхнього перебування. (Табл 2)

Таблиця 2 Результати кореляційного аналізу впливу різних параметрів в середовищі на розподіл горобця польового та горобця хатнього

Фактори середовища	Коефіцієнти кореляції Г. польового	Коефіцієнти кореляції Г. хатнього
Середня висота використаного птахами деревостану	**0,483797***	-0,232095
Види використаних птахами дерев	**0,860464***	**0,405168***
Антропогенний субстрат	0,131582	**0,350536***
Асфальт	-0,031555	**0,532168***
Висока трава	**0,638061***	-0,036345

Продовження табл. 2

Фактори середовища	Коефіцієнти кореляції Г. польового	Коефіцієнти кореляції Г. хатнього
Гола земля	**0,582825***	**0,243450***
Коротка трава	**0,494875***	**0,491504***
Підстилка	**0,266382***	-0,066796
Скошена трава	**0,595657***	-0,114317
Вік G1	**0,514064***	0,115257
Вік G2	**0,722541***	**0,482991***
Вік G3	**0,663183***	**0,254224***
Вік Sin	**0,385193***	-0,094803
Вік Virg	**0,465612***	-0,055319
Категорія стану дерева 1	**0,542896***	0,131618
Категорія стану дерева 2	**0,561492***	**0,446948***
Категорія стану дерева 3	0,041743	**0,674809***
Категорія стану дерева 4	**0,577265***	0,044839
Категорія стану дерева 5	**0,466460***	-0,040049
Категорія стану дерева 6	**0,385193***	-0,094803
Відстуність підліску	**0,846041***	**0,443956***
Наявність підліску	**0,652234***	0,089920
Напіважурна крона	**0,663914***	0,098353
Напівщільна крона	**0,727734***	0,221159
Щільна крона	**0,427119***	**0,547128***

Для горобця польового найбільші достовірні значення кореляції спостерігаються з такими характеристиками, як види використаних дерев (0,860), відсутність підліску (0,846), зрілий вік дерев G2 (0,723), напівщільна крона (0,728) та напіважурна крона дерева (0,663), висока трава (0,638) та скошена трава (0,596), наявність підліску (0,652), гола земля (0,583), категорія стану дерева 2 (0,561) і 4 (0,577). Реєстрації горобця польового частіше пов'язані з різноманітністю деревних насаджень, певними характеристиками рослинного покриву та структурою деревостану. Найслабший зв'язок спостерігається з антропогенним субстратом (0,132), категорією стану дерева 3 (0,042) та асфальтом (-0,032).

Найбільші значення кореляції для горобця хатнього виявлено для категорії стану дерева 3 (0,675), 2 (0,447), 1 (0,132), асфальту (0,532), щільної крони (0,547), короткої трави (0,492), віку дерев G2 (0,483), антропогенного субстрату (0,351), різноманітність видів використаних птахами дерев (0,405), відсутність підліску (0,444). Отримані результати вказують на зв'язок реєстрацій горобця хатнього з окремими характеристиками деревостану, наявністю твердих поверхонь і відкритих ділянок, а також певними категоріями стану дерев. Водночас найслабші від'ємні зв'язки спостерігаються з високою травою (-0,036), категорією стану дерева 5 (-0,040), підстилкою (-0,067), віком дерев виду Vir (-0,055) та віком дерев виду Sin (-0,095). Найвиразніший від'ємний зв'язок зафіксовано із середньою висотою використаного субстрату (-0,232), що свідчить про помірну тенденцію до зменшення реєстрацій зі збільшенням цього показника.

Порівняння двох видів показує, що горобець польовий має сильніші додатні кореляційні зв'язки з більшістю досліджених характеристик рослинного покриву та структури деревостану, зокрема з видами дерев, відсутністю підліску, високою травою та зрілим віком дерев. Натомість для горобця хатнього відносно вищі коефіцієнти кореляції характерні для асфальту, антропогенного субстрату, категорії стану дерева 3 та щільної крони. Це може вказувати на відмінності у використанні середовища двома видами: горобець польовий демонструє тісніші зв'язки з низкою характеристик озеленення, тоді як горобець хатній – з окремими елементами міського середовища та характеристиками деревних насаджень.

Згідно з результатами інших досліджень горобець хатній тяжіє до забудованих ділянок, а горобець польовий використовує як забудовані території, так і міські зелені насадження. Така особливість може свідчити про ширший спектр використовуваних біотопів горобцем польовим і його здатність пристосовуватися до різноманітних умов міського середовища. [5]

Важливим чинником адаптації горобця польового вважають гнучкість у виборі місць для гніздування, зокрема здатність використовувати штучні гніздові субстрати. Натомість горобець хатній у деяких регіонах виявляє тісніший зв'язок зі старими будівлями, проте у процесі урбанізації такі споруди можуть зникати або реконструюватися, що потенційно обмежує доступність відповідних гніздових ресурсів для цього виду. [6]

Окремі дослідження також указують на тенденцію до розширення поширення горобця польового в міських і приміських районах, попри його традиційний зв'язок із більш природними та сільськогосподарськими ландшафтами. [6] Одним із можливих пояснень цього явища є освоєння екологічних ніш, які частково вивільняються внаслідок скорочення чисельності горобця хатнього в окремих урбанізованих регіонах. [7] Однак така залежність потребує додаткової перевірки, оскільки зміни поширення можуть бути зумовлені також відмінностями в доступності кормових ресурсів, придатних місць для гніздування та особливостями трансформації міських біотопів.

Висновки. Виявлено, що реєстрації горобця польового тісніше пов'язані з видовим складом дерев, їхніми віковими характеристиками та особливостями рослинного покриву. Для горобця хатнього помітніші зв'язки з окремими антропогенними субстратами й характеристиками деревостанів. Отримані результати свідчать про відмінності у використанні міського простору двома видами та підкреслюють значення структури зелених насаджень і особливостей міського середовища для їхнього поширення. Водночас виявлені кореляційні залежності відображають асоціації між реєстраціями птахів і характеристиками середовища, але не дають змоги однозначно встановити причинно-наслідкові зв'язки.

Список використаних джерел

1. Ponomarenko, O., Komlyk, Y. (2025). Bird communities in urban green areas of Dnipro city. Ukrainian Nature Conservation Group (NGO). Occurrence dataset. https://doi.org/10.15468/u55vxq accessed via GBIF.org on 2026-10-19.».

2. Пономаренко, О. (2017). Про методику дослідження активності птахів у деревостані. Вестник зоологии, 68-72.
3. Постанова Про затвердження Санітарних правил в лісах України від 27 липня 1995 р. № 555. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-95-%D0%BF#Text.
4. Миколайчук, В. Г., Чернова, А. В. (2019). Декоративна дендрологія та квітникарство. Методичні рекомендації, Миколаїв: Миколаївський національний аграрний університет.
5. Šálek, M., Riegert, J., Grill, S. (2015). House Sparrows Passer domesticus and Tree Sparrows Passer montanus: Fine-Scale Distribution, Population Densities, and Habitat Selection in a Central European city. Acta Ornithologica 50(2), 221-232. https://doi.org/10.3161/00016454AO2015.50.2.010.
6. Jokimäki, J., Suhonen, J., & Kaisanlahti-Jokimäki, M.-L. (2021). Differential Long-Term Population Responses of Two Closely Related Human-Associated Sparrow Species with Respect to Urbanization. Birds, 2(3), 230-249. https://doi.org/10.3390/birds2030017
7. Ramos-Elvira, E., Banda, E., Arizaga, J., Martín, D., & Aguirre, J. I. (2023). Long-Term Population Trends of House Sparrow and Eurasian Tree Sparrow in Spain» Birds, 4(2), 159-170. https://doi.org/10.3390/birds4020013

Section: Economy

УКРАЇНСЬКИЙ РИНОК ПРАЦІ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ: ТРАНСФОРМАЦІЇ, ДЕФІЦИТ КАДРІВ ТА СТРАТЕГІЇ АДАПТАЦІЇ

Никифорак Олександр
Кафедра економічної теорії, менеджменту і адміністрування
Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича, Україна

Повномасштабна військова агресія проти України спровокувала найглибшу за всю історію незалежності кризу на національному ринку праці. Військова деструкція інфраструктури, тимчасова окупація промислових регіонів, масштабні демографічні втрати та масові міграційні переміщення докорінно змінили конфігурацію пропозиції та попиту на робочу силу [1]. У той же час економіка України виявила надзвичайний рівень адаптивності, змінивши вектори функціонування та трудові моделі.

Сьогодні український ринок праці функціонує в умовах гострого структурного дисбалансу. З одного боку, спостерігається нестача кваліфікованих кадрів у ключових секторах економіки (будівництво, промисловість, транспорт, енергетика, агросектор), а з іншого – зберігається приховане безробіття та складнощі з працевлаштуванням серед внутрішньо переміщених осіб (ВПО) і цивільного населення, яке втратило робочі місця. У зв'язку з цим виникає нагальна потреба в переосмисленні методів державного регулювання ринку праці, гнучкості корпоративних HR-стратегій та активізації процесів перекваліфікації населення [2].

Основоположним чинником, що визначає сучасний стан ринку праці, є скорочення та якісна трансформація економічно активного населення. За даними міжнародних та національних аналітичних інституцій, понад 6 мільйонів українців залишаються за кордоном у статусі біженців, суттєва частина з яких – це жінки працездатного віку з вищою освітою та діти [3]. Паралельно всередині країни зафіксовано понад 4,5 мільйона внутрішньо переміщених осіб, що спричинило суттєву просторову передислокацію робочої сили з східних та південних областей у західні та центральні регіони України.

Додатковим факторним навантаженням є мобілізаційні процеси, необхідні для забезпечення оборонної здатності держави. Мобілізація значної кількості чоловіків працездатного віку оголила суттєвий дефіцит кадрів у традиційно «чоловічих» галузях. У результаті роботодавці змушені активно залучати жінок, студентів, осіб передпенсійного та пенсійного віку до виконання робіт, які раніше вважалися специфікованими.

Для ілюстрації масштабів зміни структури зайнятості та розриву між пропозицією й попитом на ринку праці впродовж 2022–2026 років наведено відповідні узагальнені показники у таблиці 1.

Таблиця 1 — Динаміка ключових індикаторів ринку праці України (2022–2026 рр.)

Показник / Рік	**2022 р.**	**2023 р.**	**2024 р.**	**2025–2026 рр. (оцінка)**
Рівень безробіття (за методологією МОП), %	21,1	18,2	15,5	13,8–14,5
Кількість ВПО працездатного віку, млн осіб	3,2	3,6	3,4	3,1
Дефіцит кадрів у промисловості та будівництві, %	15,0	28,5	42,0	51,5
Частка вакансій з можливістю дистанційної роботи, %	8,2	14,5	18,0	21,5

* розраховано та узагальнено автором на основі [4; 5].

Законодавче регулювання ринку праці зазнало суттєвих адаптивних змін. Прийняття Закону України «Про організацію трудових відносин в умовах воєнного стану» № 2136-IX від 15 березня 2022 року створило правову основу для гнучкого управління людськими ресурсами [6]. Серед ключових новел слід виділити:

1) спрощення процедур прийняття та звільнення працівників, розширення підстав для розірвання трудового договору з ініціативи роботодавця;

2) запровадження механізму призупинення дії трудового договору без його припинення, що дозволило зберегти кадрові зв’язки в умовах тимчасової зупинки виробництва;

3) зняття обмежень щодо надурочних робіт та зміни тривалості робочого тижня для підприємств критичної інфраструктури;

4) легалізацію та унормування гнучких форм зайнятості, включаючи дистанційну та націлену роботу [7].

Аналіз вакансій на провідних платформах з пошуку роботи (Work.ua, robota.ua) та даних Державної служби зайнятості свідчить про глибокі диспропорції. З одного боку, спостерігається гостра нестача фахівців робітничих спеціальностей: слюсарів, зварювальників, токарів, водіїв вантажного транспорту, електриків, будівельників та інженерів. З іншого боку, зберігається високий рівень конкуренції серед шукачів роботи без спеціалізованої технічної освіти (адміністративний персонал, юристи, гуманітарні спеціальності).

Ключовими чинниками, які сформували поточну структуру попиту на ринку праці, є:

- зростання оборонно-промислового комплексу (ОПК) та пов'язаних суміжних виробництв;
- необхідність оперативної відбудови енергетичної та транспортної інфраструктури;
- розширення аграрного та логістичного секторів, орієнтованих на нові західні сухопутні маршрути;
- розвиток сфер охорони здоров'я, психологічної реабілітації та соціальної підтримки.

У відповідь на гострий кадровий голод бізнес впроваджує нові моделі управління людським капіталом. Серед найбільш поширених адаптаційних стратегій можна виділити такі:

1. Переосмислення гендерних ролей та руйнування професійних стереотипів. Жінки все частіше займають посади водіїв важкої техніки, машиністів, операторів ЧПУ, гірників та інженерів. Підприємства розробляють спеціалізовані прискорені програми навчання для жінок.

2. Інвестиції у внутрішній рескіллінг (reskilling) та апскіллінг (upskilling). Роботодавці створюють власні навчальні центри для швидкої перекваліфікації працівників під нагальні потреби підприємства, скорочуючи цикл підготовки фахівця з років до місяців [9].

3. Впровадження програм інклюзії та реінтеграції ветеранів. Розробка безбар'єрного робочого середовища, психологічний супровід, адаптація робочих місць під потреби ветеранів та ветеранок з інвалідністю є критерієм соціальної відповідальності та конкурентоспроможності бізнесу.

4. Автоматизація та цифровизація бізнес-процесів. Заміщення дефіцитної фізичної праці за рахунок підвищення рівня технологічності, впровадження ERP-систем та елементів штучного інтелекту.

Формування стійкого ринку праці вимагає узгодженої системної взаємодії держави, бізнесу та освітніх інституцій. Ключовими напрямами державної політики на середньострокову перспективу мають стати:

- Модернізація системи професійно-технічної освіти. Необхідно здійснити переорієнтацію освітніх програм на дуальну форму навчання, розширити державне замовлення на технічні та інженерні спеціальності, а також залучити представників бізнесу до формування навчальних стандартів.
- Масштабування грантових програм стимулювання підприємництва. Розширення програми «Власна справа» та надання грантів для ветеранів і їх подружжя створює умови для самозайнятості та формування нових робочих місць у малому та мікробізнесі [10].
- Стимулювання повернення зовнішніх мігрантів. Створення економічних та інституційних передумов для репатріації українців (безпека, житлові програми «єОселя», високі стандарти оплати праці та захисту прав працівників).

- Стимулювання економічної активності ВПО та вразливих категорій населення шляхом надання компенсацій роботодавцям за їх працевлаштування та покриття витрат на переїзд чи перекваліфікацію.

Український ринок праці в умовах воєнного стану демонструє високу гнучкість та здатність до виживання, однак потерпає від глибоких структурних та демографічних шоків. Ключовим викликом є гострий дефіцит кваліфікованої робочої сили, зумовлений зовнішньою міграцією, мобілізаційними потребами та просторовим дисбалансом розселення населення.

Для подолання негативних наслідків необхідний комплексний підхід, що включає подальшу лібералізацію та гнучкість трудового законодавства, прискорену розбудову системи професійного перенавчання (reskilling/upskilling), залучення жінок до нетрадиційних сфер зайнятості, системну реінтеграцію ветеранів, а також розробку ефективних механізмів повернення громадян з-за кордону у повоєнний період. Тільки за умов синергії державного регулювання та приватних ініціатив ринок праці зможе стати надійним фундаментом для відновлення та подальшого зростання економіки України.

Список використаних джерел

1. Лібанова Е. М. Бідність та соціальні ризики в Україні в умовах війни. Демографія та соціальна економіка. 2023. № 1 (51). С. 3–24.
2. Про організацію трудових відносин в умовах воєнного стану: Закон України від 15 берез. 2022 р. № 2136-IX. Відомості Верховної Ради України. 2022. № 13. Ст. 89.
3. Державна служба зайнятості України: Офіційний вебсайт. URL: https://www.dcz.gov.ua
4. Макроекономічний та монетарний огляд. Національний банк України. Жовтень 2025 р. URL: https://bank.gov.ua
5. Державна служба статистики України: Офіційний вебсайт. URL: https://www.ukrstat.gov.ua
6. Гнидюк І. В. Транформація ринку праці України в умовах воєнного стану та повоєнного відновлення. Економіка та суспільство. 2023. Вип. 54. DOI: https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-54-38.
7. Коваль М. В., Василенко О. А. Гнучкі форми зайнятості в умовах цифровізації та воєнних викликів. Проблеми економіки. 2024. № 2. С. 112–119.
8. Петрова І. Л. Стратегії людсько-ресурсного забезпечення підприємств в умовах нестабільності. Вчені записки Університету «КРОК». 2023. № 3 (71). С. 45–54.
9. Про затвердження Порядку надання грантів для створення або розвитку власного бізнесу учасникам бойових дій, особам з інвалідністю внаслідок війни та членам їх сімей: Постанова Кабінету Міністрів України від 30 берез. 2023 р. № 302. Офіційний вісник України. 2023. № 38. Ст. 2012.

ПРОБЛЕМА СТРУКТУРНОГО БЕЗРОБІТТЯ СЕРЕД МОЛОДІ: ДИСБАЛАНС ОЧІКУВАНЬ ТА РЕАЛІЙ РИНКУ ПРАЦІ

Semenchenko Andrii
PhD in Economics, Associate Professor
ORCID: 0000-0003-2354-0774
Turakevych Yelyzaveta
Second (Master's) level higher education student
Department of Social Economics
Simon Kuznets Kharkiv National
University of Economics, Ukraine

Анотація. У роботі досліджено причини загострення структурного безробіття серед української молоді в умовах воєнних викликів та соціально-економічних змін. Виокремлено чотири головні чинники розриву між кар'єрними очікуваннями випускників та реальними запитами бізнесу: перекіс у виборі майбутнього фаху ще на етапі школи, завищені зарплатні очікування на старті кар'єри, відірваність університетської теорії від практики та конфлікт поколінь у питаннях корпоративної культури й графіка роботи. Обґрунтовано необхідність ранньої профорієнтації учнів і студентів, розвитку дуальної освіти, а також модернізації HR-підходів роботодавців через впровадження програм стажування, менторства та гнучких умов праці.

Ключові слова: молодіжне безробіття, структурне безробіття, ринок праці, кар'єрні очікування, рання профорієнтація, дуальна освіта, корпоративна культура.

Нинішні зміни на українському ринку праці, спричинені воєнними викликами та глибокими соціально-економічними зрушеннями, помітно загострили проблему структурного безробіття, і чи не найбільше це вдарило по молоді віком 18–29 років [1]. Якщо фрикційне чи циклічне безробіття пов'язане з тимчасовим пошуком або спадом ділової активності, то структурне має глибшу природу. Воно виникає тоді, коли знання, навички та кар'єрні запити пошукачів банально не збігаються з тим, чого реально потребує бізнес. У результаті маємо парадоксальну картину: з одного боку, тисячі випускників університетів не можуть знайти роботу за спеціальністю, а з іншого — підприємства роками не можуть закрити свої вакансії через гострий кадровий дефіцит.

В основі цієї ситуації лежить розрив між очікуваннями молодих фахівців та реаліями працевлаштування. Якщо проаналізувати практику сучасного рекрутингу та соціологічні зрізи, можна виділити чотири головні причини такого непорозуміння.

По-перше, зберігається явний перекіс у виборі професій, який закладається ще задовго до вступу в університет. Це наочно підтверджують результати

всеукраїнського дослідження «Індекс майбутнього: професійні очікування та розвиток підлітків в Україні», проведеного Фундацією Олени Зеленської спільно з KSE Institute та ЮНІСЕФ (опитано понад 10 тисяч підлітків віком 13–16 років та їхніх батьків) [3]. Згідно з цими даними, кар'єрні орієнтири майбутніх абітурієнтів суттєво відірвані від реального попиту: молодь масово віддає перевагу популярним сферам — IT, медіа та юриспруденції, тоді як гостродефіцитні сектори, зокрема промисловість, інженерія чи виробнича логістика, залишаються поза її інтересом. Більше того, 70 % опитаних підлітків взагалі не можуть назвати професію чи сферу, у якій хотіли б працювати в 30-річному віці, а кожен п'ятий ще навіть не замислювався над вибором фаху [3]. Через такий неусвідомлений вибір вчорашні студенти згодом або довго залишаються без роботи, сподіваючись знайти місце за дипломом, або ж ідуть працювати на посади, які не потребують вищої освіти (явище «надмірної освіти» — overeducation), що призводить до нераціонального використання людського капіталу.

По-друге, відчувається суттєва різниця у зарплатних очікуваннях. Оцінюючи свою вартість на ринку, студенти нерідко орієнтуються на доходи у високомаржинальних секторах (насамперед у тій же IT-індустрії чи міжнародному консалтингу) або ж просто на красиву картинку з соцмереж. Проте реальний сектор економіки на стартових позиціях (рівня Junior чи Trainee) зазвичай пропонує скромніші суми, які покривають лише базові потреби. Це логічно з позиції роботодавця: перші 3–6 місяців роботи новачка компанія фактично інвестує у його навчання та адаптацію, а не отримує чистий прибуток. Нерозуміння цієї логіки змушує молодь відмовлятися від стартових пропозицій і затягувати пошук першої роботи.

По-третє, дається взнаки традиційний відрив університетської теорії від практики. Багато випускників досі вважають, що сам факт наявності диплома гарантує їм готовність до роботи. Але бізнес оцінює кандидатів інакше: роботодавцю важливо, чи вміє людина вирішувати конкретні робочі задачі, чи володіє цифровими інструментами та профільними програмами і наскільки в неї розвинені «м'які» навички (soft skills). Сьогодні без стресостійкості, вміння працювати в команді, дотримуватися дедлайнів та брати на себе відповідальність знайти хорошу роботу майже неможливо.

По-четверте, виникає конфлікт цінностей та корпоративної культури в умовах цифровізації економіки та високої міграційної мобільності молоді [2]. Покоління Z виходить на ринок праці з цілком зрозумілим запитом на гнучкий або гібридний графік, можливість працювати віддалено, повагу до особистого часу (work-life balance) та швидке кар'єрне зростання. Водночас значна частина українських роботодавців — особливо у держсекторі та традиційній промисловості — досі тримається за жорстку ієрархію, обов'язкову присутність у кабінеті з 9:00 до 18:00 та повільне просування по службі. Звісно, це відштовхує молодих спеціалістів і нерідко стимулює їх шукати можливості за кордоном або у глобальному цифровому просторі [2].

Вирішити проблему структурного безробіття серед молоді неможливо зусиллями лише однієї сторони — тут потрібні зустрічні кроки і від системи освіти, і від роботодавців, і від самих здобувачів. Насамперед критично важливо запроваджувати ранню профорієнтацію ще у школах та на перших курсах університетів. Як показало згадане дослідження «Індекс майбутнього», попри те що 82 % українських підлітків оптимістично дивляться у своє майбутнє, їхній вибір професії досі базується переважно на розмовах із батьками. Натомість лише 3 % опитаних мали досвід стажування, 7 % спілкувалися з кар'єрними радниками і всього 11 % бували на екскурсіях на підприємствах (а в сільській місцевості ситуацію ще більше ускладнює логістична недоступність) [3]. Тому регулярні зустрічі з практикуючими HR-менеджерами, кар'єрне консультування та відкриті екскурсії у компанії мають стати нормою. Це допоможе молоді зняти «рожеві окуляри», тверезо оцінити стартові зарплати та завчасно зрозуміти реальні вимоги ринку.

Паралельно має змінюватися і підхід бізнесу до управління персоналом. Компаніям час відходити від пошуку «ідеальних готових кандидатів» на користь власних програм стажування, інституту наставництва та прозорої системи перегляду зарплати (наприклад, кожні пів року за результатами роботи), а також пропонувати гнучкіші умови праці. Крім того, необхідно активніше розвивати дуальну освіту та проєктне навчання, коли бізнес долучається до оновлення навчальних програм, а студенти тренуються на реальних кейсах компаній ще до отримання диплома.

Отже, молодіжне структурне безробіття лежить не лише в площині економіки, а й у площині своєчасної профорієнтації та комунікації. Лише тоді, коли молодь отримуватиме реальну підтримку у виборі фаху, освіта стане більш прикладною, а корпоративна культура підприємств — сучаснішою, очікування випускників почнуть збігатися з можливостями бізнесу. Це дозволить значно скоротити час переходу від навчання до першого робочого місця і зберегти молодіжний трудовий потенціал в Україні.

Список використаних джерел

1. Близнюк В. В., Яценко Л. Д. Ринок праці України в умовах війни. Соціально-трудові відносини: теорія та практика. 2022. Т. 12, № 2.
2. Дороніна О. А., Лісогор Л. С. Зайнятість молоді в умовах цифровізації економіки: інноваційні трансформації та регулювання міграційної мобільності. Економіка і організація управління. 2026. Вип. 1 (61).
3. Фундація Олени Зеленської представила результати всеукраїнського дослідження «Індекс майбутнього: професійні очікування та розвиток підлітків в Україні». Офіційне інтернет-представництво Президента України. 2025. URL: https://www.president.gov.ua/news/fundaciya-oleni-zelenskoyi-predstavila-rezultati-vseukrayins-98021 (дата звернення: 22.10.2026).

DOI 10.70286/EOSS-26.10.2026.004.90-93

ВПЛИВ ГЛОБАЛІЗАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ НА ФОРМУВАННЯ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОЇ НЕРІВНОСТІ

Іванцюс Адомас
здобувач вищої освіти магістерського рівня
Кафедра економіки та міжнародних економічних відносин
Маріупольський державний університет, Київ, Україна

Глобалізаційні трансформації виступають визначальним чинником сучасного динамічного перерозподілу соціально-економічних пропорцій. Вони докорінно змінюють напрямки та структури міждержавного руху капіталів, трудових ресурсів, новітніх технологій і наукової інформації. Перебудовуються фундаментальні механізми виникнення й акумуляції доходів, майнових статків і стратегічних перспектив суспільного поступу. Капітал шукає максимальну маржу. Жодна суверенна держава не здатна забезпечити стале підвищення рівня життя своїх громадян без активної та всебічної інтеграції до світового економічного й геополітичного простору [1].

Залучення до глобальних системних зв'язків не є індиферентним щодо соціальної поляризації. Відкриваючи горизонти для зростання, глобалізація водночас посилює загрози нерівномірного розшарування, ускладнює впровадження інклюзивних моделей розвитку та суттєво підвищує вразливість національних господарств до зовнішніх турбулентностей і шоків. Кордони розмиваються. Глобалізаційний процес постає як багатовимірна архітектура взаємодій, де кінцевий результат залежить від специфічного поєднання зовнішніх чинників із внутрішніми структурно-інституційними характеристиками окремого суспільства [2].

У наукових працях глобалізація інтерпретується як складний і неоднозначний феномен, у ході якого стираються традиційні межі між державами, відбувається тісне переплетення економічних систем, технологічних комплексів, культурних моделей та інститутів управління. Взаємозалежність суб'єктів поглиблюється за рахунок інтенсифікації міжнародних потоків товарів, послуг, капіталів, людських ресурсів та ідей. Акцентування уваги на неподільності економічних, правових, політичних і соціокультурних трансформацій підкреслює глибокий системний характер впливу глобалізації на нерівність. Зміни в міжнародному поділі праці, підвищення мобільності капіталу, розширення міграції та трансферу інновацій безпосередньо позначаються на розподільчих пропорціях як між окремими суверенними економіками, так і всередині них. О. Диба та Є. Осадчий наголошують на амбівалентному характері впливу глобалізаційних векторів на національні

економічні комплекси та глобальну господарську систему загалом [3, с. 26]. У контексті соціального розшарування це означає співіснування позитивних вислідів світової інтеграції із поглибленням асиметрій щодо доступу до ресурсів і благ суспільного розвитку. Глобалізаційні процеси формують складне середовище соціально-економічної взаємодії, де прискорення зростання супроводжується поглибленням внутрішньої поляризації.

Головним каналом поглиблення нерівності постає глибока трансформація традиційних господарських моделей та інтенсифікація міжнародної конкуренції. Підвищення рівня відкритості внутрішніх ринків, нарощування обсягів світової торгівлі, становлення транснаціональних виробничо-логістичних мереж та швидке поширення знаннєвомістких технологій створюють об'єктивні передумови для підйому продуктивності праці. Конкуренція жорстко селектує. Країни та окремі верстви населення володіють принципово різним потенціалом для адаптації до вимог світового ринку, залучення прямих інвестицій, накопичення людського капіталу та включення у високотехнологічні ланки світового господарства. Дослідження показують, що подібні тенденції спричиняють домінування найбільш розвинених держав, витіснення або пригнічення окремих галузей у менш конкурентоспроможних країнах через нарощування імпорту, а також зростання соціально-економічного розриву порівняно із передовими економіками, що виражається в глибоких диспропорціях на ринку праці, продуктивності та рівнях добробуту [4]. Глобальна конкуренція перетворюється з інструменту вирівнювання розвитку на механізм вибіркової концентрації вигод, що розширює дистанцію між різними соціальними групами та країнами.

Суттєвим чинником поглиблення нерівності постає також селективний характер залучення національних економік до глобальних ланцюгів створення доданої вартості. Аналітичні розвідки свідчать про недостатній рівень включення вітчизняних суб'єктів господарювання до міжнародних виробничих мереж, а також про слабке залучення вітчизняного наукового потенціалу й малого та середнього бізнесу, що сприяє закріпленню монопольних позицій великих корпорацій і консервує сировинну спеціалізацію у глобальному поділі праці [5, с. 31]. З огляду на соціально-економічну нерівність це означає, що доступ до передових технологій, високопродуктивних секторів і маржинальних ринків стає структурним привілеєм високорозвинених країн та їх транснаціональних гігантів, тоді як інші господарські системи залишаються на периферійних позиціях постачальників сировини та низькотехнологічної продукції. М. Кастельс зазначає, що глобальна економіка охоплює лише окремі сегменти, регіони та структури відповідно до їхнього статусу у світовому поділі праці [6, с. 114]. Вибірковість інтеграції консервує ієрархічну систему участі у світовому господарстві, відтворюючи нерівність не як тимчасову девіацію, а як тривалу структурну властивість сучасного розвитку.

Окремого аналізу потребує майновий та владний вимір впливу глобалізації. А. Гальчинський підкреслює, що сучасний вектор глобалізаційних процесів не

лише не зменшує, а навпаки — поглиблює майнову диференціацію; при цьому зазначається, що понад половина сукупного світового багатства акумулюється в руках лише одного відсотка найбагатших жителів планети, що кардинально змінює сутність глобалізації та вимагає перегляду її фундаментальної парадигми [7; 8]. Капітал вимагає абсолютного контролю. Глобалізацію необхідно сприймати не лише як суто економічне явище, а й як інституційно-політичну систему, у якій фінансові потоки, доступ до знань, транснаціональні важелі впливу та можливість формувати правила гри розподілені вкрай нерівномірно. Це призводить до виникнення владної асиметрії, яка стає ключовим чинником поглиблення соціально-економічної нерівності, доповнюючи традиційні розподільчі інструменти.

З точки зору сучасної аналітичної методології необхідно враховувати багатокомпонентний характер глобалізації та різноманітність каналів її впливу. Автори системи кількісного вимірювання глобалізації KOF зауважують, що даний процес інтегрує національні економічні, культурні, технологічні та управлінські системи, формуючи мережу взаємозв'язків, які опосередковуються потоками капіталу, людей та ідей; при цьому глобалізація виходить далеко за межі суто торговельної відкритості або руху фінансових активів [9, с. 544–546]. Інституції опираються змінам. Розмежування фактів де-факто та де-юре глобалізації дозволяє оцінювати соціально-економічну нерівність як вислід взаємодії об'єктивних глобальних трансформацій та суб'єктивно сформованих інституційних і державних рішень.

Список використаних джерел

1. Мельник М. І., Залуцький І. Р. Виокремлення глобалізаційних чинників соціально-економічного розвитку: концепт ендогенізації. Регіональна економіка. 2022. № 1. С. 14–30.
2. Томашук І. В. Вплив глобалізаційних процесів на сучасні економічні системи. Економіка, фінанси, менеджмент: актуальні питання науки і практики. 2022. № 1 (59). С. 153–165.
3. Диба О., Осадчий Є. Вплив глобалізації на соціально-економічний стан України. Ринок цінних паперів України. 2014. № 7. С. 19–28. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/rcpu_2014_7_3 (дата звернення: 22.10.2026).
4. Лясота А. Є. Глобалізаційні процеси в сучасному світі та Україні: політичні ризики та перспективи. Регіональні студії. 2020. № 23. С. 32–37.
5. Реальний сектор економіки України в умовах системних викликів: аналіт. доп. / О. В. Собкевич, А. В. Шевченко, В. М. Русан та ін. Київ: НІСД, 2021. 83 с. URL: https://niss.gov.ua/sites/default/files/2021-09/analytrep_14_2021.pdf (дата звернення: 22.10.2026).
6. Castells M. The information age: economy, society and culture. Vol. 1: The rise of the network society. Oxford; Malden, MA: Blackwell Publishers, 1996. 608 p.
7. Гальчинський А. Глобальна перспектива – не багатополярний, а аполярний світ. Дзеркало тижня. 2017. 03 лют. URL: https://zn.ua/ukr/macrolevel/anatoliy-

galchinskiy-globalna-perspektiva-nebagatopolyarniy-a-apolyarniy-svit-_.html (дата звернення: 22.10.2026).
8. Гальчинський А. Капіталізм втрачає спроможність адекватно реагувати на виклики сучасності. Дзеркало тижня. 2017. 08 берез. URL: https://zn.ua/ukr/macrolevel/anatoliy-galchinskiy-kapitalizm-vtrachayespromozhnist-adekvatno-reaguvati-na-vikliki-suchasnosti-304828_.html (дата звернення: 22.10.2026).
9. Gygli S., Haelg F., Potrafke N., Sturm J. E. The KOF globalisation index – revisited. Review of International Organizations. 2019. Vol. 14, № 3. P. 543–574. DOI: https://doi.org/10.1007/s11558-019-09344-2 (дата звернення: 22.10.2026).

ЄВРОПЕЙСЬКІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ФІНАНСУВАННЯ ЗЕЛЕНОГО ПЕРЕХОДУ В УКРАЇНІ

Якуб С.В.
PhD здобувач
Український державний університет
науки і технологій, Україна

Анотація. У дослідженні систематизовано європейські засади фінансування зеленого переходу та визначено напрями їх імплементації в Україні. Проаналізовано нормативно-інституційні механізми ЄС, що забезпечують екологічну обґрунтованість інвестицій, інформаційну прозорість і підзвітність, мобілізацію приватного капіталу та поєднання публічного і приватного фінансування. Обґрунтовано необхідність формування цілісної системи фінансування зеленого переходу в Україні з урахуванням завдань повоєнної відбудови та європейської інтеграції.

Ключові слова: зелений перехід, стале фінансування, зелені інвестиції, європейська інтеграція, фінансові механізми, повоєнна відбудова.

Abstract. The study systematizes the European principles of financing the green transition and identifies directions for their implementation in Ukraine. It examines the EU regulatory and institutional mechanisms aimed at ensuring the environmental sustainability of investments, information transparency and accountability, private capital mobilization, and the combination of public and private financing. The functional interrelationships between these principles are identified, and priority areas for their integration into Ukraine's post-war reconstruction financing mechanisms are outlined in the context of European integration.

Keywords: green transition, sustainable finance, green investment, European integration, financial mechanisms, post-war reconstruction.

Вступ. Реалізація зеленого переходу потребує масштабної мобілізації фінансових ресурсів для структурної модернізації економіки, декарбонізації виробництва, підвищення енергоефективності та розвитку екологічно сталих

видів економічної діяльності. Для України зазначені завдання набувають особливого значення в контексті повоєнної відбудови, яка, з одного боку, формує значний інвестиційний попит, а з іншого – відкриває можливості для оновлення виробничої та інфраструктурної бази відповідно до європейських екологічних і технологічних стандартів. Водночас обмеженість внутрішніх фінансових ресурсів, високі інвестиційні ризики та залежність від міжнародної підтримки зумовлюють необхідність формування системи фінансування, здатної забезпечити як залучення необхідного капіталу, так і його цільове спрямування на досягнення стратегічних цілей зеленого переходу.

У цьому контексті особливого значення набуває досвід Європейського Союзу, де фінансове забезпечення екологічної трансформації поступово набуває ознак комплексної системи, яка поєднує нормативне регулювання, інституційні механізми, бюджетні інструменти та ринкові джерела капіталу. Принциповою особливістю європейського підходу є інтеграція екологічних і кліматичних пріоритетів безпосередньо в механізми прийняття фінансових та інвестиційних рішень. У такій оптиці фінансування зеленого переходу розглядається не як відокремлений напрям екологічної політики, а як складова трансформації фінансово-економічної системи.

Метою дослідження є систематизація європейських засад фінансування зеленого переходу та обґрунтування напрямів їх імплементації у процесі формування відповідної системи в Україні з урахуванням завдань повоєнного відновлення та європейської інтеграції.

Результати дослідження. Нормативно-інституційну основу європейської моделі сталого фінансування формує сукупність взаємопов’язаних регуляторних та економічних механізмів, спрямованих на інтеграцію екологічних і кліматичних пріоритетів у процеси мобілізації та розподілу інвестиційного капіталу. Одним із її ключових елементів є Таксономія ЄС, запроваджена Регламентом (ЄС) 2020/852, яка встановлює критерії визначення екологічно сталих видів економічної діяльності [1]. Її значення полягає у формуванні спільної класифікаційної основи для ідентифікації екологічно сталих інвестицій, підвищення прозорості фінансових рішень та обмеження практик необґрунтованого декларування екологічної сталості.

Водночас застосування єдиних критеріїв екологічної сталості потребує належного інформаційного забезпечення інвестиційних рішень. Відповідні механізми передбачені, зокрема, Регламентом (ЄС) 2019/2088 щодо розкриття інформації про сталість у секторі фінансових послуг (SFDR) [2] та Директивою (ЄС) 2022/2464 щодо корпоративної звітності зі сталого розвитку (CSRD) [3]. Ці нормативні акти формують взаємопов’язані вимоги до розкриття інформації про екологічні та інші характеристики діяльності компаній, фінансових продуктів і пов’язані з ними ризики сталості. Таким чином створюються передумови для врахування екологічних чинників під час оцінювання інвестиційних можливостей і прийняття фінансових рішень.

Іншим напрямом є стандартизація інструментів залучення приватного капіталу. Зокрема, Регламент (ЄС) 2023/2631 запроваджує Європейський стандарт зелених облігацій, який передбачає узгодження використання залучених коштів із критеріями Таксономії ЄС, вимоги до розкриття інформації та механізми незалежної перевірки [4]. У такий спосіб нормативно визначені екологічні критерії пов'язуються з конкретними інструментами фінансування, створюючи передумови для підвищення прозорості та інвестиційної привабливості екологічно сталих проєктів.

Поряд із регулюванням приватних фінансових потоків європейська практика передбачає використання публічних ресурсів для підтримки зеленого переходу, зокрема через бюджетні програми, гарантійні механізми та інструменти змішаного фінансування. Їх значення полягає не лише у безпосередньому фінансуванні відповідних інвестицій, а й у зниженні ризиків та створенні умов для залучення приватного капіталу до реалізації екологічних і кліматичних цілей.

Практичним прикладом застосування зазначених засад у фінансуванні відновлення України є інструмент Ukraine Facility, запроваджений Регламентом (ЄС) 2024/792 на період 2024–2027 рр. [5]. Його інвестиційна складова – Ukraine Investment Framework – передбачає використання бюджетних гарантій, грантового фінансування та механізмів поєднання публічного і приватного капіталу для підтримки відновлення й модернізації української економіки [6]. Відповідно до ст. 28 зазначеного Регламенту щонайменше 20 % сукупного обсягу підтримки в межах Ukraine Investment Framework та інвестицій за Планом України мають сприяти досягненню кліматичних і природоохоронних цілей та зеленому переходу з урахуванням обмежень, зумовлених воєнними умовами [5]. Таким чином, екологічні пріоритети закріплюються на рівні стратегічних документів та уточнюються на рівні розподілу інвестиційних ресурсів.

Отже, спільний розгляд положень Регламентів (ЄС) 2020/852, 2019/2088, 2023/2631, Директиви (ЄС) 2022/2464 та практики застосування публічних фінансових інструментів дозволяє виокремити чотири взаємопов'язані засади європейської системи фінансування зеленого переходу: екологічну обґрунтованість інвестицій, що передбачає застосування нормативно визначених критеріїв сталості економічної діяльності; інформаційну прозорість і підзвітність, спрямовані на забезпечення достовірності інформації про сталість та контроль використання фінансових ресурсів; стандартизацію механізмів мобілізації приватного капіталу, що створює умови для залучення інвестицій через фінансові інструменти з визначеними екологічними характеристиками; поєднання публічного і приватного фінансування, орієнтоване на розширення інвестиційних можливостей і досягнення екологічних та кліматичних цілей. Деталізація зазначених принципів та напрями їх можливої імплементації в Україні відображені в таблиці 1.

Таблиця 1 Європейські засади формування системи фінансування зеленого переходу та напрями їх імплементації в Україні

Засада	Функціональний напрям реалізації	Нормативно-інституційне підґрунтя	Напрям імплементації в Україні
Екологічна обґрунтованість інвестицій	Нормативне визначення критеріїв екологічної сталості економічної діяльності	Регламент (ЄС) 2020/852; Таксономія ЄС	Узгодження національних критеріїв відбору зелених інвестиційних проєктів із таксономічними підходами ЄС
	Цільова екологічна спрямованість інвестування	Регламент (ЄС) 2024/792 (Ukraine Facility), ст. 28, п.9	Запровадження вимірюваних екологічних орієнтирів у програмах фінансування відбудови
Інформаційна прозорість і підзвітність	Розкриття інформації про сталість, екологічні ризики та екологічний вплив діяльності	Регламент (ЄС) 2019/2088 (SFDR); Директива (ЄС) 2022/2464 (CSRD), з урахуванням подальших змін	Розвиток системи звітності й інформаційного забезпечення інвестиційних рішень, адаптованих до європейських вимог
	Контроль цільового використання коштів і досягнення результатів	Вимоги до звітності та перевірки в межах Регламенту (ЄС) 2023/2631; механізми моніторингу Ukraine Facility	Поєднання фінансового контролю з оцінюванням фактично досягнутих екологічних результатів
Стандартизація механізмів мобілізації приватного капіталу	Стандартизація фінансових інструментів із визначеними екологічними характеристиками	Регламент (ЄС) 2023/2631 (Європейський стандарт зелених облігацій)	Розвиток ринку зелених облігацій та інших сталих фінансових інструментів, а також механізмів незалежної перевірки
Поєднання публічного і приватного фінансування	Використання бюджетних ресурсів, гарантійних механізмів та інструментів змішаного фінансування	Ukraine Investment Framework; бюджетні програми ЄС; механізми змішаного фінансування	Розширення гарантійних і кредитно-інвестиційних механізмів фінансування зелених проєктів

Джерело: систематизовано автором за [1–6].

З таблиці можна помітити, що систематизація європейських засад фінансування зеленого переходу засвідчує їх функціональну взаємодоповнюваність. Нормативне визначення екологічної сталості економічної діяльності створює основу для ідентифікації відповідних інвестицій; інформаційна прозорість і стандартизація фінансових інструментів сприяють обґрунтованості інвестиційних рішень та залученню капіталу; поєднання публічних і приватних ресурсів розширює можливості фінансування, тоді як механізми підзвітності забезпечують контроль використання коштів і досягнення запланованих результатів. Для України практичне значення зазначених засад полягає в можливості їх інтеграції до механізмів фінансування повоєнної відбудови з урахуванням обмеженості внутрішніх ресурсів, підвищених інвестиційних ризиків та необхідності узгодження інвестиційних пріоритетів із цілями зеленого переходу.

Особливого значення для України набуває розмежування екологічної прийнятності та інвестиційної пріоритетності проєктів повоєнної відбудови. Відповідність установленим екологічним критеріям є необхідною умовою віднесення діяльності до екологічно сталої у межах відповідної класифікаційної системи, проте не визначає економічної доцільності її фінансування порівняно з альтернативними інвестиційними можливостями. Відтак формування системи фінансування зеленого переходу потребує поєднання екологічних критеріїв відбору з оцінюванням очікуваних економічних, соціальних та екологічних результатів інвестиційних проєктів.

Висновок. Отже, імплементація європейських засад фінансування зеленого переходу в Україні має передбачати не механічне перенесення окремих фінансових інструментів, а формування узгодженої системи регулювання, залучення, розподілу та контролю використання інвестиційних ресурсів. Її принциповою характеристикою повинна стати інтеграція екологічних пріоритетів у загальну систему управління публічними та приватними інвестиціями. Це дозволить розглядати фінансування зеленого переходу не як додатковий напрям витрачання обмежених ресурсів, а як механізм структурної модернізації економіки України відповідно до стратегічних орієнтирів європейської інтеграції.

Список використаних джерел

1. Regulation (EU) 2020/852 of the European Parliament and of the Council of 18 June 2020 on the establishment of a framework to facilitate sustainable investment. EUR-Lex: Access to European Union law. URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2020/852/oj
2. Regulation (EU) 2019/2088 of the European Parliament and of the Council of 27 November 2019 on sustainability-related disclosures in the financial services sector. EUR-Lex: Access to European Union law. URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2019/2088/oj/eng

3. Directive (EU) 2022/2464 of the European Parliament and of the Council of 14 December 2022 amending Regulation (EU) No 537/2014, Directive 2004/109/EC, Directive 2006/43/EC and Directive 2013/34/EU, as regards corporate sustainability reporting. EUR-Lex: Access to European Union law. URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2022/2464/oj/eng
4. Regulation (EU) 2023/2631 of the European Parliament and of the Council of 22 November 2023 on European Green Bonds. EUR-Lex: Access to European Union law. URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/2631/oj/eng
5. Regulation (EU) 2024/792 of the European Parliament and of the Council of 29 February 2024 establishing the Ukraine Facility. EUR-Lex: Access to European Union law. URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/792/oj/eng
6. Ukraine Investment Framework / European Commission. URL: https://enlargement.ec.europa.eu/countries/ukraine/ukraine-investment-framework_en

PREREQUISITES FOR THE EMERGENCE, EVOLUTION, AND FACTORS FOR THE FURTHER DEVELOPMENT OF ISLAMIC FINANCE

Yurkevych Oksana
Ph.D., Associate Professor, Associate Professor,
Kyiv National Economic University named after Vadim Hetman,
Kiev, Ukraine

Abstract

This paper examines the historical and institutional foundations of Islamic finance, traces key stages in its development, and outlines factors that may influence its future trajectory. It considers the relationship between Islamic economic principles and early financial practices, the emergence of modern Islamic financial institutions, and the expansion of contemporary financial services compliant with Islamic law. The discussion also identifies demographic trends, the potential to broaden access to financial services, and interest in ethical finance as relevant drivers. The paper synthesizes historical and conceptual perspectives presented in the cited literature and situates Islamic finance within the wider international financial system.

Keywords: Islamic finance; Islamic economic doctrine; Islamic banking; historical development; financial inclusion; ethical finance; international financial system.

Introduction

Islamic finance has developed from a body of religious and legal principles into an institutionalized segment of contemporary finance, represented in banking, capital markets, insurance, and asset management [5]. Its present form reflects a long interaction between Islamic economic thought, historical change, and the institutional needs of Muslim societies [7]. Understanding this sector therefore requires attention

both to its historical formation and to the forces that may shape its future development. This paper provides a concise historical and thematic overview of those processes, from early financial practices to the emergence of modern Islamic financial institutions, and considers demographic change, financial inclusion, and demand for ethically grounded financial services as potential development factors.

Aim and objectives

The aim of the paper is to systematize the historical and institutional prerequisites for the emergence of Islamic finance, trace the principal stages of its evolution, and identify factors that may influence its further development.

To achieve this aim, the paper sets the following objectives: to outline the religious, legal, and economic foundations relevant to the formation of Islamic finance; to trace the transition from early financial practices to modern Islamic financial institutions; and to summarize the current scope of the industry and the demographic, financial-inclusion, and ethical-demand factors discussed as potential drivers of its development.

Results and Discussion

The modern doctrine of Islamic finance is a natural result of the long evolution of socio-economic institutions in the Muslim world. Its emergence and development are inextricably linked to the history of the Islamic legal system, economic thought, and the geopolitical transformations of the 20th–21st centuries. The purpose of this paper is to systematize the prerequisites for the genesis of Islamic finance, analyze the key stages of its evolution, and identify the factors that will determine its further development.

The foundation for the emergence of Islam was formed by the religious and philosophical teachings of Judaism and Christianity. The emergence of Islam in the 7th century AD on the Arabian Peninsula was the result of the influence of monotheistic traditions (Yemeni monotheism, Hanifism). The founder of the religion, the Prophet Muhammad, began preaching in 610. An important milestone was the creation of the theocratic state – the Arab Caliphate (7th–9th centuries), where religious, political, and administrative powers were indivisible. This determined a characteristic feature of Islam – its role as a comprehensive social and cultural regulator, where all aspects of life, including economic ones, are regulated by religion.

During the period of greatest flourishing of the Arab Caliphate (the Golden Age of Islam), a developed financial infrastructure was formed in the Middle East. Muslim merchants used financing methods that avoided riba (usury), in particular: murabaha (trade credit with a markup), mudaraba (profit-sharing partnership), ijara (leasing), and bay salam (prepayment for future goods). Baghdad was a world financial center where banks operated, and bills of exchange, checks (sakk), and limited liability partnerships were used. These early capitalist concepts were later borrowed and developed in medieval Europe.

The key difference in the further evolution of financial institutions lies in the difference in historical processes. In Europe of the 15th–17th centuries, three defining events took place: the emergence of banks as an institution (replacing usury), the

Reformation (secularization and a “cheap church” for the bourgeoisie), and the Peace of Westphalia (the emergence of nation-states). This led to the Industrial Revolution and rapid economic growth. In contrast, the Middle East was under the rule of the Ottoman Empire, where feudal relations and religious dogmatism prevailed. Islamic legal thought was limited to the sphere of private law, and the socio-economic institutions formed in the 7th–10th centuries remained practically unchanged.

Unlike the European Reformation, which had a progressive and secularizing character, the religious renewal in Islam in the 18th century (Wahhabism) was reactionary. It called for a return to the “purity” of the faith of the early community and purification from innovations (bid’a) [4]. This became the theoretical basis for modern Islamism, which rejects modernization processes. Attempts at Islamic modernism in the 19th century (Syed Ahmad Khan, Muhammad Abduh, Rashid Rida) tried to reconcile Islam with Western values and revise the prohibition on interest, but failed. The reasons for this were: the absence of a centralized religious structure (like the Papacy), the desire to preserve the integration of religion and state, and the economy’s dependence on the agrarian sector.

The first banks owned by Muslims began to appear after the 1920s. However, a key impetus was the collapse of the colonial system after World War II and the need of new states for their own financial systems. In 1963, in Egypt (Mit Ghamr), the Mit Ghamr Savings Bank was founded, operating on an interest-free basis (later became part of Nasr Social Bank). In the same year, in Malaysia, the Pilgrims Saving Corporation (now Tabung Hajj) appeared, investing funds in halal assets. These institutions became the prototypes of the modern industry.

Starting from the 1970s, on the wave of the “Islamic revival” (which was a reaction to disappointment in secular nationalist regimes and pro-Western elites), the creation of international Islamic financial institutions began. In 1975, the Islamic Development Bank was founded. The influx of “petrodollars” into the Persian Gulf countries provided the financial base for the sector’s development. Important milestones were: the creation of AAOIFI (1990, Bahrain) for standardizing accounting and auditing; the first sukuk issuance (1990, Malaysia); the launch of the Dow Jones Islamic Market Index (1999); the founding of the Islamic Financial Services Board (2002, Malaysia) for regulation and supervision; the opening of the Islamic Bank of Britain (2004, London) and the beginning of Citibank’s provision of Islamic services (1996, Bahrain)[1,4].

At the beginning of the 21st century, Islamic finance became the fastest-growing segment of the global financial system (10–15% per year before the 2008 crisis) [8]. The global financial crisis of 2008 demonstrated the resilience of Islamic banks: none of them was declared bankrupt thanks to the conservative model, prohibition of speculation, and excessive risk. Despite this, the decline in asset values (real estate, corporate securities) negatively affected the industry. Today, Islamic finance covers commercial banking, trade finance, insurance (takaful), capital markets (sukuk), asset management, and venture capital [3].

Despite decades of rapid growth, the share of Islamic finance in the global banking system remains insignificant (about 1.25%). The main drivers of further development are recognized as demographic and socio-economic factors:

- Demographic growth: According to Pew Research Center forecasts, Islam is the fastest-growing religion in the world. It is expected that by 2050, the growth of Muslims will be 73% (versus 35% of total world population growth). The Muslim population has the highest percentage of youth (34%) and a high fertility rate of 3.1 children per woman [6].
- Financial inclusion potential: In many Muslim countries (except the Persian Gulf countries), the level of population coverage by banking services remains low, creating significant potential for expanding access to financing through Sharia-compliant instruments.
- Demand for ethical finance: There is growing demand for financial products based on ethical principles, social responsibility, and risk-sharing.

Islamic finance has come a long way from the religious prescriptions of the "Golden Age of Islam" to the institutionalized industry of today. Its emergence became possible due to a unique combination of religious norms, historical traditions, and the economic needs of the Muslim world. Despite the conservative character of the Islamic "reformation" of the 18th century, in the 20th century a sustainable model of financial relations was formed, which demonstrated its viability during the global crisis of 2008. The further development of the industry is driven by demographic trends, the potential for financial inclusion, and growing demand for ethical financial services, which makes Islamic finance an important and promising segment of the global financial architecture.

References

1. Esposito, J. L., Haddad, Y. Y., & Voll, J. O. (1991). The contemporary Islamic revival: A critical survey and bibliography. Greenwood Publishing Group.
2. Ghassan, H. B., & Fachin, S. (2016). Time series analysis of financial stability of banks: Evidence from Saudi Arabia. Review of Financial Economics, 31, 3–17. Режим доступу: URL https://doi.org/10.1016/j.rfe.2016.06.007
3. Juan Sole. "Introducing Islamic Banks into Conventional Banking Systems", IMF Working Papers 2007, 175 (2007), accessed 21.10.2026, Режим доступу: URL https://doi.org/10.5089/9781451867398.001
4. Kuran, T. (2004). Islam and Mammon: The economic predicaments of Islamism. Princeton University Press.
5. Mozghovyi, O. M., Subochev, O. V., & Yurkevych, O. M. (2018). Sutnist ta rozvytok doktryny islamskykh finansiv [The essence and development of the doctrine of Islamic finance]. Ekonomika Ukrainy, (1), 71–82. Режим доступу: URL http://www.economukraine.com.ua/index.php?id=13748&show=news&&newsid=110250
6. Pew Research Center. (2015). The future of world religions: Population growth projections, 2010–2050. Режим доступу: URL https://www.pewresearch.org/religion/2015/04/02/religious-projections-2010-2050/

7. Yurkevych, O. M., Subochev, O. V., & Zalizniuk, V. P. (2021b). Chynnyky evoliutsii islamskoi ekonomichnoi doktryny v konteksti rozvytku mizhnarodnykh finansiv [Factors of the evolution of the Islamic economic doctrine in the context of international finance development]. Ekonomika ta Derzhava, (8), 73–78. Режим доступу: URL http://www.economy.in.ua/?op=1&z=4996&i=11

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE SYSTEM OF PRIORITIES FOR THE DEVELOPMENT OF THE DIGITAL ECONOMY

Rahmanov Ali
Postgraduate student
Department of Economics and Public Administration
National Aerospace University - Kharkiv Aviation Institute, Ukraine

Abstract. The fundamental role and strategic place of artificial intelligence in the system of modern priorities for the development of the digital economy are studied. The key areas of its impact on increasing labor productivity, optimizing business processes, creating high-tech products, modernizing state institutions, and forming new markets are revealed. Special attention is paid to the structural elements of artificial intelligence infrastructure, cybersecurity issues, regulatory and legal regulation, ethical standards, and minimizing the shortage of qualified personnel. The need to implement a comprehensive and systematic approach to integrating artificial intelligence into economic strategies is substantiated in order to ensure sustainable innovative growth and global competitiveness of the economy.

Keywords: artificial intelligence, digital economy, digital transformation, economic growth, innovative development, automation, cybersecurity, human capital.

Introduction. The current stage of global economic development is characterized by deep and rapid transformation processes caused by the total digitalization of all spheres of social life. Among all modern technologies, it is artificial intelligence (AI) that acts as the central driver and determining factor in the formation of a new business paradigm. Among the key areas of digitalization of the economy, AI ceases to be a purely technological tool or a means of automating individual routine tasks, but turns into a key factor that determines the competitiveness, sovereignty and speed of development of the country. The need to study this topic is determined by the need for a deeper understanding and development of systemic mechanisms for implementing AI, for the development of all priority sectors of the digital economy.

Analyzing the main areas of AI impact allows us to form not only a holistic vision of digital transformation, but also to identify hidden risks, structural barriers, and assess the potential for accelerating economic development.

The integration of AI into the digital economy entails a fundamental restructuring of traditional production and logistics chains, increasing the efficiency and accuracy of analytical support for management decisions at all levels. In the material production and service industries, the implementation of machine learning algorithms, neural network models, and big data analysis makes it possible to optimize resource use, minimize production losses, predict equipment depreciation, and implement the principles of flexible and adaptive production.

High efficiency of AI is observed in the areas of trade, services and financial transactions, where algorithms for deep analysis of consumer behavior achieve highly accurate personalization of offers, ensure continuous automated risk monitoring and fraud prevention. At the same time, the role of AI as the main priority direction for developing the digital economy is determined by its multiplier effect: a number of new high-tech markets are emerging, innovative startup ecosystems are being formed, fundamentally new types of economic activity and jobs that require a high level of intellectual labor are being created.

The relationship of AI with key components of the digital economy and its role as a systemic driver of economic and technological growth is depicted in Figure 1.

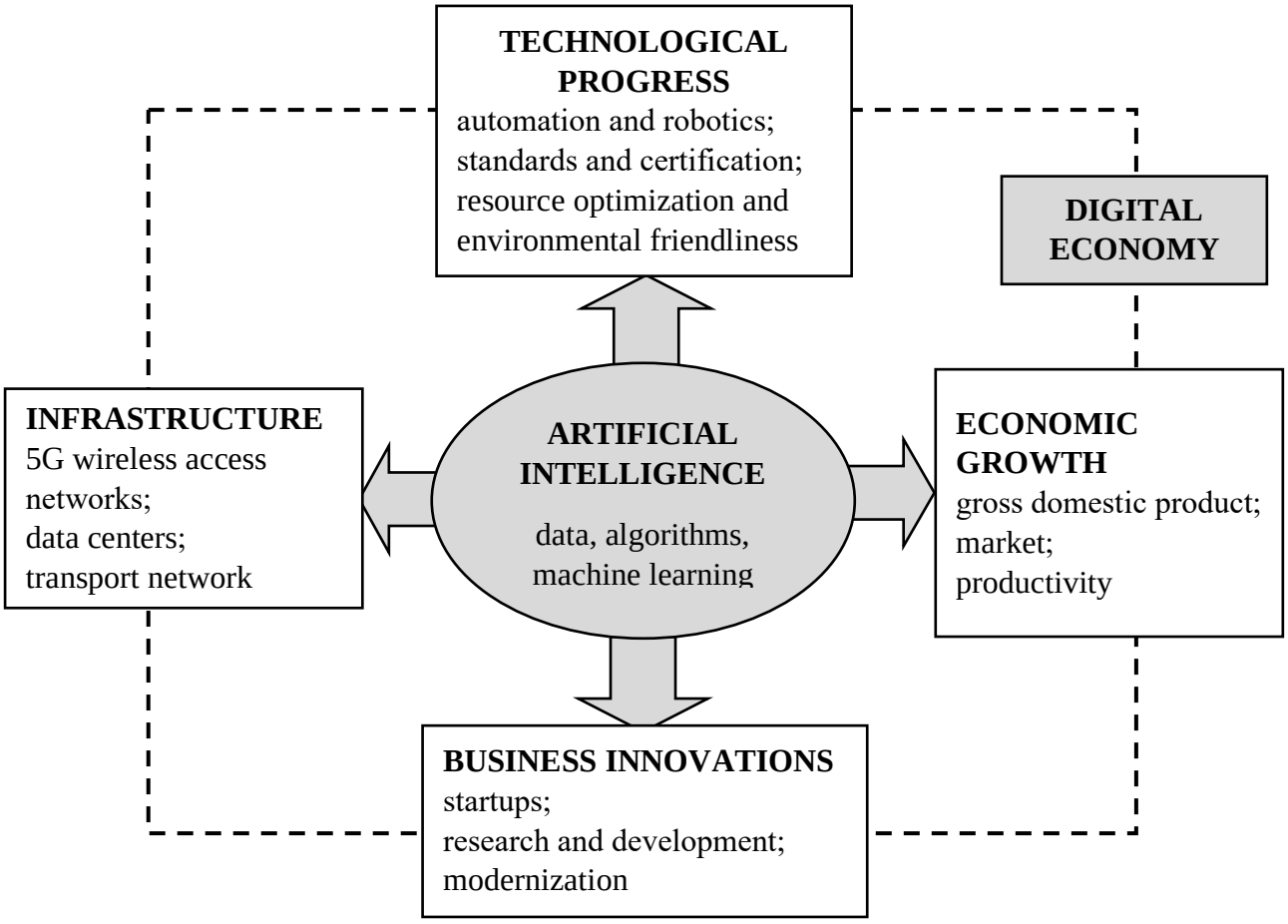


Figure 1 Artificial intelligence as a key driver of the digital economy

As can be seen from Figure 1, artificial intelligence is the core of priority areas of economic development, combining such key elements as infrastructure provision, business innovation, economic growth, and overall technological progress.

However, the full realization of this potential requires a comprehensive development of the basic infrastructure. It includes large-scale data processing centers, high-speed and reliable next-generation telecommunications networks, modern information storage and structuring systems, as well as secure data transmission protocols.

In parallel, the development of a flexible and adaptive regulatory framework that would regulate property rights to the results of artificial intelligence activities, define the limits of responsibility for decisions made by algorithms, and guarantee a high level of protection of citizens' privacy and personal data is of key importance. A separate critical challenge in the priority structure is human capital. It is necessary to implement comprehensive state and corporate initiatives to improve and retrain personnel, as well as modernize educational standards to provide the market with specialists with practical skills in developing and supporting artificial intelligence systems. An equally important aspect is compliance with ethical norms and ensuring cybersecurity, as the economic system's increasing dependence on algorithmic solutions creates new vulnerabilities to external cyber threats and potential disruptions in the functioning of critical infrastructure.

Conclusions. In conclusion, AI occupies a key and unquestionably central place in the modern system of priorities for the development of the digital economy. It acts as a powerful catalyst for structural modernization, increased labor productivity, and growth in gross domestic product. The successful implementation of AI requires the combined efforts of the state, the private sector, and the scientific community, which will be aimed at creating a holistic innovation ecosystem, supporting scientific research, protecting intellectual property, and building a secure digital infrastructure. Only with a balanced, systematic, and safe approach will AI become a reliable foundation for achieving long-term economic growth and high competitiveness of the country on an international scale.

References

1. Shymanska V., Mosiychuk I., Mykhaliuk S. Artificial Intelligence and the Digital Economy: Trends, Forecasts and Perspectives. Herald of Kyiv Institute of Business and Technology. 2023. Vol. 49, № 1–2. P. 110–122.
DOI: https://doi.org/10.37203/kibit.2023.49.10
2. Shevchenko I. Dominant trends in the development of the global economy in the world. Вчені записки : зб. наук. праць / Київ. нац. екон. ун-т ім. В. Гетьмана. 2025. № 39 (2). С. 71–83. DOI: 10.33111/vz_kneu.39.25.02.06.040.046
3. Matamoros-Echeverria K. L., Sanchez-Leon E. R., Aristega-Zuñiga A. A., Cárdenas-Rodríguez M. M., Peralta-Gamboa D. A. The Impact of Artificial Intelligence on the Digital Economy: Advances and Challenges - A Systematic Literature Review. Journal of Posthumanism. 2025. Vol. 5, № 2. P. 219–235.
DOI: https://doi.org/10.63332/joph.v5i2.420

ВПЛИВ НЕСТАБІЛЬНОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ НА ЕКОНОМІЧНУ ЕФЕКТИВНІСТЬ ПІДПРИЄМСТВ

Мазуренко Катерина Володимирівна
здобувачка вищої освіти магістерського рівня
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0001-9267-6651
Марченко Валентина Миколаївна
д. е. н, професор
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-4756-3703
Кафедра економіка і підприємництва,
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна

В умовах тривалих порушень функціонування енергетичної системи України стабільність електропостачання перетворюється на одну з визначальних передумов ефективної виробничої діяльності підприємств. Пошкодження енергетичної інфраструктури, дефіцит генеруючих потужностей та запровадження обмежень електроспоживання змінюють умови використання виробничих ресурсів, ускладнюють планування господарської діяльності та посилюють невизначеність економічних результатів. Водночас вплив енергетичної нестабільності не обмежується зростанням вартості електричної енергії або тимчасовим припиненням роботи обладнання. Значно суттєвішим є порушення узгодженості виробничих процесів, унаслідок якого підприємство втрачає можливість використовувати наявні ресурси з передбаченою продуктивністю. Саме тому оцінювання впливу нестабільного електропостачання потребує переходу від розгляду окремих випадків простою до дослідження змін у механізмі формування витрат і результатів господарської діяльності. У наукових дослідженнях енергетичне забезпечення розглядається як складова стратегічного потенціалу підприємства, від якої залежать його витрати, виробничі можливості та здатність підтримувати конкурентні позиції [1].

Економічний вплив порушень електропостачання формується насамперед через невідповідність між запланованими та фактичними умовами здійснення виробничої діяльності. Виробнича програма підприємства передбачає певну послідовність технологічних операцій, тривалість використання обладнання, потребу в трудових і матеріальних ресурсах та очікуваний обсяг готової продукції. Перебої електропостачання порушують цю послідовність, однак їхні наслідки не можна визначати виключно за кількістю годин відсутності електроенергії. Зупинення однієї технологічної операції може обмежувати роботу інших виробничих ділянок, навіть якщо вони безпосередньо не зазнали технічних пошкоджень. Крім того, після відновлення електропостачання підприємству може знадобитися додатковий час для підготовки обладнання, відновлення технологічних параметрів та повернення до запланованого режиму роботи. Унаслідок цього фактичне скорочення продуктивного часу може

перевищувати тривалість самого відключення, а величина втрат залежатиме від ступеня взаємозалежності технологічних операцій і можливості компенсувати невиконану частину виробничої програми.

Особливість таких порушень полягає в тому, що скорочення випуску продукції не супроводжується пропорційним зменшенням витрат підприємства. Частина ресурсів залишається залученою до виробничої системи незалежно від фактичної інтенсивності її функціонування. Підприємство продовжує нести витрати на утримання основних засобів, виробничих приміщень, забезпечення роботи допоміжних служб та оплату праці персоналу відповідно до встановлених умов. За зменшення кількості виготовленої продукції ці витрати розподіляються на менший обсяг випуску, що створює передумови для зростання собівартості одиниці продукції. Додаткове витратне навантаження виникає внаслідок повторного запуску обладнання, виконання незапланованих технологічних операцій, усунення виробничих відхилень і зміни графіків роботи. Таким чином, економічний результат порушення електропостачання визначається не лише вартістю ресурсів, утрачених безпосередньо під час простою, а й погіршенням співвідношення між сукупними витратами та фактичним обсягом виробництва. Це особливо важливо в умовах зростання вартості енергетичних і трудових ресурсів, коли підприємства одночасно стикаються з підвищенням середніх витрат та обмеженням можливостей використання ефекту масштабу [2].

Глибина зазначених змін залежить від технологічної структури виробництва. Для підприємств, діяльність яких допускає відкладення окремих операцій без втрати якості продукції, наслідки короткочасних відключень можуть частково компенсуватися подальшим перерозподілом виробничого навантаження. Натомість у виробництвах із безперервним технологічним циклом або жорсткими вимогами до параметрів технологічного процесу можливості такої компенсації суттєво обмежені. Зокрема, для підприємств харчової промисловості важливим є безперервне функціонування холодильного обладнання та дотримання встановлених умов зберігання сировини й готової продукції. Порушення температурних режимів може зумовлювати втрати, які неможливо усунути простим збільшенням обсягів виробництва після відновлення електропостачання. Дослідження загроз економічній безпеці підприємств харчової промисловості підтверджують значущість перебоїв енергопостачання поряд із високою енергозатратністю технологічних процесів та зростанням вартості енергоносіїв [3]. Отже, однакова тривалість енергетичних обмежень не означає однакової величини економічних втрат, оскільки вирішальне значення має характер залежності виробничого результату від безперервності технологічного процесу.

Водночас наслідки перебоїв електропостачання можуть виходити за межі окремого виробничого циклу. Невиконання запланованих обсягів випуску змінює строки виконання замовлень, порушує узгодженість виробництва з постачанням матеріальних ресурсів і реалізацією готової продукції. Якщо підприємство не має можливості компенсувати втрачений обсяг виробництва в

наступних періодах, скорочення випуску трансформується у зменшення обсягів реалізації та відповідних фінансових надходжень. Навіть за умови подальшого виконання замовлень відновлення виробничого графіка може потребувати додаткових змін, понаднормового використання обладнання або залучення додаткових ресурсів. У такому разі підприємство формально зберігає запланований обсяг виробництва, проте досягає його за вищої собівартості. Отже, відсутність остаточного недовипуску продукції не свідчить про відсутність економічних втрат, оскільки вони можуть проявлятися через зменшення прибутковості виконаних замовлень.

Зазначені особливості дають підстави розглядати економічні наслідки нестабільного електропостачання у двох взаємопов'язаних часових вимірах. Перший охоплює безпосередні втрати в період порушення електропостачання: вимушені простої, пошкодження матеріальних ресурсів, виникнення браку та додаткові витрати на відновлення роботи. Другий характеризує наслідки, які зберігаються після поновлення електропостачання та проявляються через зміну собівартості, продуктивності, виконання виробничої програми й фінансових результатів. Таке розмежування дозволяє пояснити, чому оцінювання збитків лише за тривалістю відключення або обсягом недовипущеної продукції може не відображати повного впливу енергетичних обмежень на діяльність підприємства. У дослідженнях, присвячених оцінюванню збитків від порушення електропостачання, також підкреслюється необхідність урахування економічних наслідків порушення надійності енергозабезпечення промислових підприємств [4].

Для визначення впливу нестабільного електропостачання на економічну ефективність доцільно порівнювати результати діяльності підприємства за фактичних енергетичних обмежень із результатами, яких воно могло б досягти за умов стабільного електропостачання. При цьому важливо враховувати не лише різницю в обсягах виробництва, а й зміну витрат, необхідних для отримання відповідного результату. Недоотримана виручка не може автоматично прирівнюватися до економічного збитку, оскільки зменшення випуску продукції за певних умов супроводжується скороченням змінних витрат. Водночас додаткові витрати на відновлення виробництва, компенсацію простоїв та усунення технологічних порушень можуть виникати незалежно від того, чи вдалося підприємству надалі виконати заплановану виробничу програму. Тому обґрунтоване оцінювання має передбачати визначення зміни операційного прибутку з урахуванням втрат від недовипуску, додаткових витрат і можливого скорочення витрат унаслідок тимчасового припинення виробництва. Використання такого підходу дозволяє уникати подвійного врахування окремих складових збитків та встановлювати реальний вплив порушень електропостачання на економічну результативність діяльності.

Практичне значення комплексного оцінювання полягає у можливості використовувати його результати для обґрунтування рішень щодо забезпечення безперервності виробництва. Економічна доцільність відповідних заходів визначається не самим фактом підвищення надійності електропостачання, а

співвідношенням витрат на їх реалізацію та очікуваного скорочення економічних втрат. При цьому необхідно враховувати як частоту й тривалість можливих відключень, так і технологічну чутливість підприємства до порушень енергозабезпечення. За такого підходу забезпечення безперервності виробництва розглядається як економічне завдання, спрямоване на збереження результативності використання ресурсів, а не лише як технічна умова функціонування обладнання.

Таким чином, вплив нестабільності електропостачання на економічну ефективність підприємств визначається не стільки тривалістю енергетичних обмежень, скільки їхньою здатністю порушувати виробничі взаємозв'язки та змінювати співвідношення між витратами й результатами діяльності. Комплексне врахування безпосередніх і відкладених економічних наслідків дозволяє об'єктивніше визначати величину втрат та формувати економічно обґрунтовані рішення щодо підтримання безперервності виробництва.

Список використаних джерел

1. Ігнатьєва І., Сербенівський Ю. Управління стратегічним потенціалом у контексті забезпечення енергетичними ресурсами. Empirio. 2024. Т. 1, № 1. С. 73–81. DOI: https://doi.org/10.18523/3041-1718.2024.1.73-81
2. Іванова Н. Ю., Палієнко Т. П., Горілий А. Р. Управління економічними витратами підприємства в умовах воєнного стану та повоєнного відновлення України. Економічний простір. 2026. № 216. С. 252–260. DOI: https://doi.org/10.30838/EP.216.252-260
3. Горбач С. В. Аналіз основних загроз економічній безпеці підприємств харчової промисловості. Київський економічний науковий журнал. 2025. № 11. С. 93–99. DOI: https://doi.org/10.32782/2786-765X/2025-11-12
4. Шуллє Ю. А., Педос Т. З. Оцінювання збитків підприємств від порушення електропостачання. Матеріали LII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 21–23 червня 2023 р. Вінниця: ВНТУ, 2023. URL: https://ir.lib.vntu.edu.ua/items/533cd71e-8b6f-4127-a673-719cde1c93be

Section: Geography, Geology and Geodesy

ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В СИСТЕМІ МОНІТОРИНГУ ТА УПРАВЛІННЯ ЗЕМЕЛЬНИМИ РЕСУРСАМИ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД

Кириленко Аліна
здобувачка
Кафедра земельного адміністрування та геоінформаційних систем
Харківський національний університет міського господарства
ім. О. М. Бекетова, Україна

Анотація. Розглянуто можливості застосування геоінформаційних систем (ГІС) та даних дистанційного зондування Землі у моніторингу земельних ресурсів територіальних громад. Визначено основні джерела геопросторової інформації, етапи її опрацювання та напрями використання результатів просторового аналізу для підтримки управлінських рішень.

Ключові слова: геоінформаційні системи, моніторинг земель, земельні ресурси, територіальні громади, дистанційне зондування Землі, просторовий аналіз, геопросторові дані, управління землекористуванням.

Введення. Ефективне управління земельними ресурсами територіальних громад потребує систематичного спостереження за станом і використанням земель, а також своєчасного виявлення змін у структурі землекористування. Традиційні методи обліку та інвентаризації не завжди забезпечують необхідну оперативність і просторову деталізацію даних. Тому особливої актуальності набуває інтеграція геоінформаційних систем, кадастрових відомостей і матеріалів дистанційного зондування Землі [1, 2]. ГІС забезпечують накопичення, узгодження, візуалізацію та аналіз різнорідної інформації, що дає змогу виявляти ділянки потенційного нераціонального використання, відстежувати динаміку рослинного покриву та обґрунтовувати пріоритети земельної політики громади [2, 3]. Важливою передумовою обміну достовірними відомостями є розвиток національної інфраструктури геопросторових даних, правові засади якої встановлено Законом України «Про національну інфраструктуру геопросторових даних» [4].

Мета та задачі дослідження. Метою дослідження є визначення потенціалу геоінформаційних технологій для організації моніторингу земель і підвищення обґрунтованості управлінських рішень на рівні територіальних громад. Для досягнення мети поставлено такі задачі: охарактеризувати основні джерела просторової інформації про земельні ресурси, визначити послідовність інтеграції кадастрових, картографічних і супутникових даних, розглянути аналітичні можливості ГІС для виявлення змін землекористування, оцінювання антропогенного навантаження та ідентифікації територій, що потребують пріоритетного контролю [1 - 3].

Висновки. Геоінформаційні технології є важливим інструментом переходу від фрагментарного обліку земель до комплексного просторово орієнтованого моніторингу на рівні громад [1 - 3]. Поєднання кадастрових матеріалів, супутникових знімків, результатів наземних спостережень і тематичних карт у єдиному ГІС-середовищі створює основу для порівняння стану земель у різні періоди, виявлення потенційних проблем і визначення напрямів подальших обстежень. Практичний моніторинг охоплює збирання, аналіз, картографування та оновлення даних, достовірність яких залежить від якості вихідної інформації та результатів наземних перевірок.

Список використаних джерел

1. Сопов Д. С., Сопова Н. В., Хайнус Д. Д. Дистанційне зондування та моніторинг землі як інструмент економічного планування, цифрової трансформації та сталого розвитку територіальних громад. Актуальні проблеми сталого розвитку. 2026. DOI: 10.60022/3(6)-18S.
2. Кравчук М. Інтеграція даних дистанційного зондування землі та геоінформаційних систем у формуванні цифрових моделей землекористування територіальних громад. Технічні науки та технології. 2026. № 2 (44). С. 600–611. DOI: 10.25140/2411-5363-2026-2(44)-600-611.
3. Алгоритм використання геоінформаційних технологій з метою геоекологічного моніторингу територіальних громад. Землеустрій, кадастр і моніторинг земель. URL: https://www.journals.nubip.edu.ua/index.php/Zemleustriy/uk/article/view/51902 (дата звернення: 20.10.2026).
4. Про національну інфраструктуру геопросторових даних : Закон України від 13.04.2020 № 554-IX. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/554-20 (дата звернення: 20.10.2026).

Section: Information Technology, Cyber Security and Computer Engineering

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ОБРОБКИ ПРИРОДНОЇ МОВИ ТА ІЄРАРХІЧНОЇ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ДЛЯ ПРОФІЛЮВАННЯ КІБЕРАТАК НА ОПК

Шмакова Олександра
здобувачка вищої освіти магістерського рівня
Кафедра інформаційної безпеки
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

Анотація. У статті розглядається автоматизація процесу розвідки кіберзагроз шляхом обробки неструктурованих звітів про інциденти. Описано розроблений програмний конвеєр, що включає веб-парсинг, NLP-фільтрацію та ієрархічну кластеризацію для ідентифікації тактик зловмисників.

Ключові слова: кібербезпека, обробка природної мови (NLP), ієрархічна кластеризація, розвідка кіберзагроз (CTI), MITRE ATT&CK.

Введення. В умовах сучасності ресурси, такі як CERT-UA [1], щодня публікують масиви неструктурованих звітів про кібератаки на критичну інфраструктуру та сектор ОПК. Аналітикам SOC доводиться вручну вилучати з них індикатори компрометації (IoC) та зіставляти тактики зловмисників. Це забирає критично важливий час реагування. Існуючі ML-рішення, наприклад, MITRE TRAM [4], розраховані переважно на англомовні тексти, а TIP-системи вимагають ручної розмітки неструктурованих даних [3]. Це робить завдання повної автоматизації даного процесу для специфічної україномовної технічної лексики вкрай актуальним.

Мета та задачі дослідження. Розробка автономного програмно-алгоритмічного конвеєра для автоматизованого збору, семантичної NLP-фільтрації та кластеризації неструктурованих даних про кіберінциденти з подальшим їх мапінгом на базу знань MITRE ATT&CK [2].

Результати дослідження і їх обговорення. Розроблений конвеєр складається з трьох логічних модулів. Перший модуль відповідає за збір даних із цільового ресурсу CERT-UA [1]. Використано undetected_chromedriver для подолання захисту Cloudflare та парсинг DOM-структури за допомогою бібліотеки BeautifulSoup із паралельним вилученням IoC: IP-адрес та криптографічних хешів через регулярні вирази. Це унеможливлює засмічення лінгвістичної моделі технічним шумом.

Другий модуль реалізує трирівневу евристичну NLP-фільтрацію. Для відсіювання нерелевантного інформаційного шуму, наприклад, анонсів та освітніх заходів, застосовано лексичні списки негативної фільтрації та

структурну валідацію наявності технічних артефактів. Позитивна фільтрація за термінами оборонної сфери дозволила автоматично стиснути загальний масив даних до високорелевантного датасету.

Третій модуль виконує аналітичне профілювання. Тексти перетворюються на розріджену матрицю ознак за алгоритмом TF-IDF із порогом max_df=0.5 для ігнорування загальновживаної лексики. Для оцінки подібності звітів застосовано косинусну відстань, що нівелює різницю в довжині текстів. Ієрархічна кластеризація за критерієм Уорда дозволила сформувати 5 чітких кластерів, об'єднавши найбільш споріднені інциденти. На основі розробленого словника алгоритм виділяє найвагоміші NLP-маркери з кожного профілю і автоматично зіставляє їх з ідентифікаторами MITRE ATT&CK [2] (табл. 1), генеруючи конфігураційний JSON-файл для MITRE ATT&CK Navigator [5].

Таблиця 1 – Результати автоматичного мапінгу профілів атак

Профіль атаки	**Виявлені NLP-маркери**	**Ідентифікована техніка MITRE ATT&CK**
Профіль 1 (UAC-0056)	dll, hta, zip, rar	T1574.002 (DLL Side-Loading), T1218.005 (Mshta)
Профіль 3 (APT28)	powershell, python, cmd	T1059.001 (PowerShell), T1059.006 (Python)
Профіль 5 (Vermin)	rdp, викрадення, rar	T1021.001 (Remote Desktop Protocol)

*дані згенеровано автоматизованим конвеєром

Висновки. Розроблено повноцінний та автономний конвеєр обробки неструктурованих CTI-даних, нативно адаптований під специфічну україномовну технічну лексику. На відміну від існуючих хмарних LLM-рішень, запропонований локальний пайплайн на базі ієрархічної кластеризації забезпечує повну математичну інтерпретованість профілювання без ризиків витоку чутливих даних, зводячи ручну рутину аналітиків SOC до мінімуму.

Список використаних джерел

1. Урядова команда реагування на комп'ютерні надзвичайні події України CERT-UA [Електронний ресурс] // Офіційний веб-сайт. – Режим доступу: https://cert.gov.ua/ (дата звернення: 23.10.2026).
2. Strom B., Applebaum A., Miller D. et al. MITRE ATT&CK: Design and Philosophy. Technical Report. The MITRE Corporation, 2020. 36 p.
3. Husari G., Al-Shaer E., Mohaisen A. TTPDrill: Automatic and Accurate Extraction of Threat Actions from Unstructured Text of CTI Sources // Proceedings of the 33rd Annual Computer Security Applications Conference. – 2017. – P. 103–115.
4. Threat Report ATT&CK Mapper (TRAM) [Електронний ресурс] // Center for Threat-Informed Defense. – Режим доступу: https://github.com/center-for-threat-informed-defense/tram (дата звернення: 23.10.2026).
5. MITRE ATT&CK Navigator [Електронний ресурс] // MITRE Corporation. – Режим доступу: https://mitre-attack.github.io/attack-navigator/ (дата звернення: 23.10.2026).

PROGRAMMING TECHNOLOGY AND SOFTWARE DEVELOPMENT IN THE CONTEXT OF CYBER SECURITY

Yasinetska Iryna
Doctor of Economics Sciences, Professor,
Department of Information Systems and Technologies
Kharkiv National University of Internal Affairs, Ukraine
Burlakov Oleksandr
Candidate of Economic Sciences, Associate Professor
Department of Accounting and Taxation
Higher Educational Institution «Podillia State University», Ukraine

Abstract. This study provides a systematic analysis of programming technology and software development in the context of cybersecurity. It examines the principles of integrating security requirements into the software life cycle, summarizes modern testing and verification methods, and discusses approaches to the use of cryptographic components. Based on an analysis of scientific sources, the paper formulates recommendations regarding architectural solutions and secure coding practices that enhance the resilience of software systems against cyber threats.

Keywords: programming technology, cybersecurity, algorithmization, verification, software testing, cryptographic components, software product lifecycle.

Introduction. The modern paradigm of software development requires a rethinking of traditional approaches in light of the growing complexity of the threat landscape and increasing security requirements for information systems. In the context of cybersecurity, programming technology must not only fulfill functional requirements but also ensure the properties of confidentiality, integrity, and availability. The integration of security mechanisms into the software development process must occur at the levels of architecture, algorithms, and implementation, which requires a systematic approach to requirements engineering, the selection of architectural patterns, the algorithmization of security procedures, and the organization of quality control procedures [1]. The absence of a comprehensive model leads to a piecemeal implementation of security measures, which reduces the system's overall resilience and complicates the management of its lifecycle.

The relevance of this study stems from the need to develop methodological foundations for programming technology that enable cybersecurity to be incorporated as an integral component of a software product. The practical significance lies in the creation of approaches suitable for implementation in the educational process of training specialists in information systems and technologies, as well as in the industrial development of software systems where security requirements are critical.

Research purpose and objectives. The purpose of this study is to conduct a systematic analysis of programming technology and software development in the context of cybersecurity, focusing on the integration of security mechanisms into the

software lifecycle, as well as on summarizing current approaches to testing, verification, and the use of cryptographic components. To achieve this goal, the following tasks were addressed: to review the principles of integrating security requirements into the process of software product development and design; to describe approaches to the algorithmic implementation of security functions and secure coding practices; to summarize testing and verification methods, identifying their strengths and limitations; to compare strategies for integrating cryptographic components into software products; and to formulate recommendations for applying these approaches in industrial development and the educational process.

Research results and discussion. The integration of cybersecurity mechanisms into the software product lifecycle involves their systematic incorporation at all stages of development (Table 1).

Table 1 - Stages of integrating cybersecurity into the software product life cycle

Life cycle stage	Key Actions	Key aspects of cybersecurity
Requirements gathering	Defining access policies, confidentiality and integrity requirements	Formulating criteria for resistance to attacks, key management
Architectural design	Applying isolation patterns, separation of privileges, and attack surface minimization	Establishing trust boundaries, defining secure communication channels
Algorithm development	Formalizing cryptographic procedures, authentication protocols, and integrity-checking algorithms	Using mathematical specifications, applying formal methods to prove properties
Implementation	Use of trusted cryptographic libraries and secure coding practices	Hardware support for key management, if necessary
Testing and verification	Static analysis, dynamic testing, fuzzing, and attack simulation	Multi-level coverage of potential threat vectors

Source: compiled by the authors based on [2-3]

Theoretical analysis shows that different testing methods have complementary properties in terms of vulnerability detection and their impact on system performance. Static analysis allows for the detection of syntactic and certain semantic defects in the early stages of development, which reduces the cost of fixing errors. Dynamic testing makes it possible to evaluate system behavior under load and in real-world execution conditions, while fuzzing is effective for detecting edge cases and unforeseen states. Formal verification provides strong guarantees for critical modules, but its application is limited by the labor intensity and complexity of formalization for large systems. Attack modeling allows for the assessment of the robustness of architectural solutions in the context of specific threat scenarios and facilitates the prioritization of defensive measures.

As part of a theoretical synthesis of the results of the literature review and practical analysis, a comparative characterization of testing and verification methods has been developed, reflecting their key properties and limitations. Table 2 summarizes these characteristics and serves as a guide for selecting a set of methods for specific classes of software product modules.

Table 2 - Comparative characteristics of testing and verification methods

Testing method	Main focus	Strong points	Limitations
Static analysis	Detection of syntactic and semantic defects	Early error detection; automation	Limited visibility into behavior at runtime
Dynamic testing	Verification of behavior under load	Realistic execution verification	Requires complex scenarios and environments
Fuzzing	Detection of boundary input states	Effective for edge cases	May miss logical errors
Formal verification	Proof of algorithm properties	Strict correctness guarantees	High labor intensity and complexity of formalization
Attack simulation	Assessment of robustness against specific scenarios	Risk prioritization; realism	Requires expert knowledge and scenarios

Source: compiled by the authors based on [4-5]

An analysis of approaches to integrating cryptographic components indicates that the optimal strategy combines the use of proven standard libraries with the option of hardware support for critical subsystems and the use of formally verified modules for key management and critical protocols. This approach reduces the risk of implementation errors, maintains flexibility for updates, and ensures a high level of protection for confidential data. Table 3 summarizes the key characteristics of the main approaches to cryptographic integration.

Table 3 - Comparison of approaches to integrating cryptographic components

Integration approach	Security level	Implementation costs	Update flexibility	Note
Standard libraries	High	Low	High	Recommended for most modules
Built-in cryptographic components	Medium/ High	High	Low	Requires resources for development and auditing
Hardware support (HSM/TPM)	Very high	High	Medium	Optimal for critical systems
Service-based approach (SaaS encryption)	Medium	Low	High	Risks associated with transferring keys to third parties

Source: compiled by the authors based on [6-7]

In the context of educating professionals in information systems and technologies, it is advisable to integrate practical case studies into the curriculum that simulate realistic development and attack scenarios, as well as tasks involving the formal verification of individual modules. Competency development should encompass the algorithmization of security procedures, secure coding practices, and working with cryptographic libraries and testing tools. This approach will help improve the quality of software products and their resilience to cyber threats in real-world operating conditions.

The above underscores the need to strike a balance between the level of security, implementation costs, and the impact on performance. The selection of specific solutions should be based on a threat analysis, confidentiality and integrity requirements, as well as the project's resource constraints. It is recommended to adopt a combined testing approach, use proven cryptographic implementations, provide hardware support for critical components, and implement monitoring and rapid update mechanisms.

Conclusions. The study confirmed the need to integrate cybersecurity mechanisms at all stages of a software product's life cycle - from requirements gathering and architectural design to algorithm development, implementation, and multi-level testing. It has been established that combining various testing and verification methods provides broader coverage of potential vulnerabilities, and the use of proven cryptographic libraries in conjunction with hardware support increases the reliability of critical components. The generalized principles can be used to improve programming processes and software development in the field of information systems and technologies.

References

1. Valaskova, K., Nagy, M., & Juracka, D. (2025). Digital transformation and financial performance: An empirical analysis of strategic alignment in the digital age. Journal of Enterprising Communities: People and Places in the Global Economy, 19(5), 1178–1205. https://doi.org/10.1108/JEC-11-2024-0241.
2. Biliavska, Y., & Shestack, Y. (2022). Cybersecurity and cyber hygiene: A new era of digital technologies. The International Scientific and Practical Journal Commodities and Markets, 43(3), 47–59. https://doi.org/10.31617/2.2022(43)04
3. Coston, I., Hezel, K. D., Plotnizky, E., & Nojoumian, M. (2025). Enhancing secure software development with AZTRM-D: An AI-integrated approach combining DevSecOps, risk management, and zero trust. Applied Sciences, 15(15), 8163. https://doi.org/10.3390/app15158163
4. Wang, R., Li, C., Zhang, K., & Tu, B. (2025). Zero-trust based dynamic access control for cloud computing. Cybersecurity, 8(1). https://doi.org/10.1186/s42400-024-00320-x
5. Kerl, M., Bodin, U., & Schelén, O. (2025). Privacy-preserving attribute-based access control using homomorphic encryption. Cybersecurity, 8(1). https://doi.org/10.1186/s42400-024-00323-8
6. Wang, H., Hao, W., Tang, Y., & Liu, W. (2025). Deep neural network modeling attacks on arbiter-PUF-based designs. Cybersecurity, 8(1). https://doi.org/10.1186/s42400-024-00308-7
7. Alasmary, W., Alhaidari, F., & Alqahtani, A. (2025). Cybersecurity risk assessment in software development life cycle: A systematic review. Journal of Cybersecurity and Privacy, 5(2), 321–340. https://doi.org/10.3390/jcp5020019

ОРГАНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ НА ПІДПРИЄМСТВІ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Літвінов Марк Віталійович
здобувач вищої освіти ННІ ІБ СК НА СБ України
Шепета О.В.
професор кафедри ОЗІОД ННІ ІБ СК НА СБ України,
к.ю.н., доцент

В умовах цифровізації підприємства дедалі більше залежать від інформаційних ресурсів, електронних документів, цифрових сервісів та інформаційних систем. Одночасно зростає кількість загроз, пов'язаних із несанкціонованим доступом, втратою даних, кібератаками та людськими помилками. Тому організація системи захисту інформації стає необхідною складовою стабільної діяльності підприємства та потребує поєднання правових, організаційних і технічних заходів.

Інформація є одним із ключових ресурсів сучасного підприємства. У процесі діяльності формуються та використовуються персональні дані, фінансові й договірні документи, службове листування, відомості про клієнтів, результати внутрішньої роботи та інші інформаційні ресурси. Їх значущість для підприємства може бути різною, тому однаковий підхід до всіх даних не є достатньо ефективним. Насамперед необхідно визначити, яка інформація потребує підвищеного рівня захисту, хто має право її використовувати та за яких умов вона може передаватися.

У дослідженні організацію системи захисту інформації розглянуто як сукупність взаємопов'язаних заходів, спрямованих на збереження конфіденційності, цілісності та доступності інформаційних ресурсів. Такий підхід відповідає загальним положенням, представленим у працях В. Бурячка [1] та В. Гулака [2] зі співавторами, однак у практичній діяльності підприємства він потребує конкретизації відповідно до його структури, інформаційних процесів і характеру ризиків.

Першим етапом організації системи захисту має бути визначення інформаційних ресурсів підприємства. До них належать не тільки дані, що зберігаються в інформаційних системах, а й паперові документи, електронна кореспонденція, робочі матеріали, облікові записи користувачів та інформація, яка передається зовнішнім контрагентам. Для кожної категорії необхідно встановити відповідний порядок доступу, зберігання, використання та передачі.

Важливою складовою є розмежування доступу. Працівник повинен отримувати лише той обсяг інформації, який необхідний для виконання його посадових обов'язків. Це дозволяє зменшити кількість осіб, які мають доступ до чутливих даних, та спростити контроль за їх використанням. При цьому права доступу мають переглядатися у разі зміни функціональних обов'язків працівника або припинення його роботи з відповідними інформаційними ресурсами.

Наступним напрямом є оцінювання інформаційних ризиків. Підприємству необхідно визначити можливі загрози, вразливості та наслідки порушення безпеки. До найбільш поширених ризиків належать несанкціонований доступ, втрата інформації, пошкодження або знищення даних, використання шкідливого програмного забезпечення, фішингові атаки, помилки персоналу та передача інформації через неналежні канали. Такий підхід узгоджується з дослідженнями у сфері управління інформаційними ризиками, зокрема з положеннями О. Дробот [3] щодо необхідності їх системного аналізу.

Результати проведеного узагальнення основних напрямів організації системи захисту інформації наведено в табл. 1.

Таблиця 1 − Основні напрями організації системи захисту інформації на підприємстві*

Напрям	Основний зміст	Практичні заходи
Визначення інформаційних ресурсів	встановлення складу та цінності інформації	інвентаризація і класифікація даних
Розмежування доступу	визначення кола користувачів	автентифікація, авторизація, перегляд прав
Управління ризиками	виявлення загроз і вразливостей	оцінювання ризиків та визначення пріоритетних заходів
Захист документів і даних	забезпечення безпечного зберігання	контроль доступу, резервне копіювання, захист електронних файлів
Захист комунікацій	безпечна передача інформації	використання визначених і контрольованих каналів зв’язку
Кадрова безпека	зменшення ризиків, пов’язаних із діями персоналу	інструктажі, навчання та контроль дотримання правил
Реагування на інциденти	мінімізація наслідків порушень	фіксація, локалізація, аналіз причин та усунення наслідків
Контроль системи	оцінювання результативності захисту	моніторинг, перевірки та періодичне оновлення процедур

* складено автором

Як видно з табл. 1, система захисту інформації має охоплювати весь цикл роботи з інформацією. Її ефективність залежить не від окремого технічного засобу, а від узгодженості всіх складових. Наприклад, навіть надійна система автентифікації не забезпечить належного рівня захисту, якщо працівникам безконтрольно надаються права доступу або відсутні правила роботи з отриманою інформацією.

Окремої уваги потребує технічний захист. Сучасні підприємства використовують комп’ютери, мобільні пристрої, хмарні сервіси, електронну пошту та інші цифрові інструменти, через які здійснюється доступ до інформаційних ресурсів. Тому доцільним є використання засобів автентифікації, антивірусного захисту, резервного копіювання, шифрування та контролю кінцевих пристроїв. Водночас технічні рішення мають відповідати реальним потребам підприємства та визначеним ризикам.

Значна частина інформаційних інцидентів може бути пов’язана з людським фактором. Працівник може випадково передати документ неналежному отримувачу, використати слабкий пароль, відкрити небезпечне повідомлення або зберігати робочі дані на неконтрольованому пристрої. Тому важливим елементом системи є формування відповідальної поведінки персоналу. Інструктажі, навчання та зрозумілі внутрішні правила дозволяють зменшити ймовірність таких ситуацій [2].

Особливе значення має організація реагування на інциденти. Виявлення порушення повинно супроводжуватися його фіксацією, визначенням причин, обмеженням подальшого поширення інформації та оцінюванням наслідків. Після завершення реагування доцільно переглянути відповідні процедури, щоб усунути виявлені недоліки. Отже, кожен інформаційний інцидент може бути використаний як підстава для вдосконалення системи захисту.

Отже, сучасна система захисту інформації повинна мати не статичний, а постійно адаптивний характер. Зміна програмного забезпечення, поява нових цифрових сервісів, зміна структури підприємства або характеру інформаційних процесів можуть створювати нові ризики. Тому періодичний перегляд доступів, процедур і технічних засобів є необхідною умовою підтримання належного рівня захисту.

Практична реалізація системи захисту інформації передбачає узгодження організаційних, правових і технічних заходів із реальними інформаційними процесами підприємства. При цьому важливо не лише встановити відповідні правила захисту, а й забезпечити їх постійне виконання та перевірку. Регулярний аналіз стану інформаційної безпеки дає змогу своєчасно виявляти недоліки, враховувати нові загрози та коригувати застосовувані заходи. У результаті захист інформації стає не окремим напрямом роботи, а невід’ємною частиною повсякденної діяльності підприємства.

Отже, організація системи захисту інформації на підприємстві в сучасних умовах потребує комплексного та адаптивного підходу, який охоплює класифікацію інформаційних ресурсів, розмежування доступу, управління ризиками, технічний захист, підготовку персоналу та реагування на інциденти. Ефективність такої системи визначається узгодженістю її складових і регулярним переглядом відповідно до зміни інформаційного середовища. Саме системна організація захисту дозволяє підприємству зменшити ризики втрати або компрометації інформації та забезпечити стабільність основних бізнес-процесів.

Список використаних джерел

1. Бурячок В. Л. Основи інформаційної та кібернетичної безпеки: навч. посіб. Київ : НАУ, 2020. 340 с.
2. Гулак Г. М., Жильцов О. Б., Киричок Р. В., Коршун Н. В., Складанний П. М. Інформаційна та кібернетична безпека підприємства: підруч. Львів : Видавець Марченко Т. В., 2023. 370 с.
3. Дробот О. В. Інформаційні ризики та методи їх аналізу: навч. посіб. Київ: Талком, 2019. 340 с.

ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПРАВОВІ ЗАСАДИ ВЗАЄМОДІЇ РСО ТА ПІДРОЗДІЛІВ КІБЕРБЕЗПЕКИ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ РЕЖИМУ СЕКРЕТНОСТІ

Хоменко Ірина Іванівна
здобувачка вищої освіти ННІ ІБ СК НА СБ України
Шепета О.В.
професор кафедри ОЗІОД ННІ ІБ СК НА СБ України,
к.ю.н., доцент

Сучасна система захисту інформації з обмеженим доступом функціонує в умовах постійного розвитку цифрових технологій та зростання кіберзагроз. Перехід значної частини інформаційних процесів в електронне середовище зумовлює необхідність поєднання традиційних режимних заходів із сучасними механізмами кіберзахисту. Особливого значення це набуває для державних установ та об'єктів критичної інфраструктури, де порушення встановленого режиму роботи з інформацією може мати не лише інформаційні, а й організаційні та безпекові наслідки [3]. У таких умовах важливою передумовою належного захисту інформації є узгоджена діяльність режимно-секретних органів (РСО) та підрозділів кібербезпеки.

Правовою основою забезпечення режиму секретності в Україні є Закон України «Про державну таємницю», який визначає систему правових, організаційних, інженерно-технічних та інших заходів, спрямованих на охорону державної таємниці [1]. Важливе значення також мають положення законодавства у сфері інформаційної та кібербезпеки, захисту інформації в інформаційно-комунікаційних системах і функціонування критичної інфраструктури. Сукупність цих нормативних положень формує правове середовище, у якому мають здійснюватися захист інформації та взаємодія відповідальних суб'єктів.

РСО є одним із ключових елементів організації режиму секретності. До його завдань належать забезпечення встановленого порядку роботи з відомостями, що становлять державну таємницю, контроль за доступом до них, організація обліку та зберігання відповідних документів і носіїв інформації, а також контроль за дотриманням установлених режимних вимог. Водночас цифровізація документообігу та використання інформаційно-комунікаційних систем розширюють коло потенційних каналів реалізації загроз.

Підрозділи кібербезпеки забезпечують інший, але взаємопов'язаний напрям захисту. Їх діяльність пов'язана із захистом інформаційних систем, мереж, електронних ресурсів та облікових записів, виявленням кіберзагроз і реагуванням на кіберінциденти. Таким чином, РСО переважно забезпечує дотримання режимно-правових вимог, тоді як підрозділи кібербезпеки зосереджуються на захисті цифрового середовища, у якому інформація створюється, обробляється, передається або зберігається [4].

Водночас таке розмежування функцій не означає відокремленості діяльності. Порушення кібербезпеки може безпосередньо вплинути на режим секретності. Наприклад, компрометація облікових даних працівника, несанкціонований доступ до інформаційної системи або зараження шкідливим програмним забезпеченням можуть створити передумови для неправомірного доступу до інформації з обмеженим доступом. Тому ефективний захист потребує не лише виконання кожним підрозділом власних завдань, а й належної координації між ними.

Організаційно-правові засади такої взаємодії доцільно розглядати через декілька взаємопов'язаних напрямів. Першим є чітке визначення повноважень та відповідальності. Для кожного суб'єкта мають бути зрозумілими його функції у сфері запобігання загрозам, виявлення порушень та реагування на інциденти. Це дозволяє уникати дублювання дій і водночас запобігає виникненню ситуацій, коли певний напрям захисту залишається поза межами відповідальності конкретного підрозділу.

Другим важливим напрямом є обмін інформацією. РСО та підрозділи кібербезпеки можуть володіти різними відомостями про стан захищеності інформаційного середовища [2]. Режимний підрозділ має інформацію про встановлені правила доступу та особливості роботи з інформацією з обмеженим доступом, тоді як фахівці з кібербезпеки можуть виявляти технічні ознаки несанкціонованої активності. Поєднання таких відомостей дає можливість повніше оцінити характер загрози та визначити необхідні заходи реагування.

Третім напрямом є координація дій під час виявлення порушень або кіберінцидентів. У таких випадках важливим є своєчасне повідомлення відповідальних осіб, фіксація обставин події, визначення її можливого впливу на режим секретності та узгодження подальших заходів. Саме на цьому етапі найбільш чітко проявляється взаємозалежність режимних і кібербезпекових процедур.

Основні організаційно-правові складові взаємодії РСО та підрозділів кібербезпеки узагальнено в табл. 1.

Таблиця 1 – Основні складові взаємодії РСО та підрозділів кібербезпеки*

Складова взаємодії	Основний зміст	Практичне значення
Розмежування повноважень	Визначення функцій і відповідальності кожного підрозділу	Забезпечення узгодженості дій
Обмін інформацією	Передавання відомостей про загрози, порушення та інциденти	Своєчасне виявлення ризиків
Контроль доступу	Узгодження режимних та технічних механізмів доступу	Запобігання несанкціонованому доступу
Спільне оцінювання ризиків	Аналіз режимних і кібернетичних загроз	Комплексна оцінка рівня захищеності
Реагування на інциденти	Координація дій під час виявлення порушень	Зменшення можливих наслідків
Контроль результатів	Аналіз проведених заходів і виявлених недоліків	Постійне вдосконалення захисту

* складено автором

Як видно з табл. 1, взаємодія РСО та підрозділів кібербезпеки охоплює не лише реагування на вже виявлені порушення, а й превентивні заходи. Розмежування повноважень створює організаційну основу співпраці, тоді як обмін інформацією та спільне оцінювання ризиків забезпечують узгоджене розуміння актуальних загроз. Водночас контроль доступу має поєднувати режимні вимоги з технічними засобами їх реалізації, що особливо важливо під час роботи з інформацією в електронному середовищі.

Окремої уваги потребує людський фактор. Навіть за наявності технічних засобів захисту недотримання працівниками встановлених правил може створити умови для компрометації інформації. Фішингові повідомлення, використання неналежно захищених облікових даних, помилкове передавання інформації або порушення встановленого порядку роботи з документами можуть стати початковою ланкою для подальшого інциденту. Тому взаємодія РСО та підрозділів кібербезпеки має включати також інформаційно-роз'яснювальну роботу та підвищення рівня обізнаності персоналу.

Для об'єктів критичної інфраструктури зазначені підходи набувають додаткового значення. Їх інформаційні ресурси та технологічні системи можуть бути взаємопов'язаними, а порушення доступу до окремих ресурсів потенційно здатне впливати на функціонування інших процесів. У зв'язку з цим захист інформації з обмеженим доступом доцільно будувати на принципі багаторівневого захисту, за якого режимні, організаційні та кібербезпекові заходи доповнюють один одного [5].

Ефективність взаємодії залежить і від належного документування відповідних процедур. Визначення порядку інформування, фіксації інцидентів, передачі інформації та контролю виконання рішень дозволяє зробити взаємодію передбачуваною та зменшити залежність від ситуативних рішень. Водночас конкретний порядок такої взаємодії має визначатися з урахуванням повноважень суб'єктів, особливостей установи та вимог законодавства щодо захисту інформації.

Таким чином, організаційно-правові засади взаємодії РСО та підрозділів кібербезпеки мають формувати цілісну систему, у якій правові вимоги щодо режиму секретності поєднуються з організаційними процедурами та технічними механізмами кіберзахисту. Такий підхід дозволяє перейти від ізольованого виконання окремих функцій до скоординованої системи запобігання загрозам, їх виявлення та реагування на порушення.

Організаційно-правова взаємодія РСО та підрозділів кібербезпеки є важливою складовою сучасного забезпечення режиму секретності, оскільки кіберзагрози безпосередньо впливають на безпеку інформації та встановлений порядок доступу до неї. Її основу становлять чітке розмежування повноважень, обмін інформацією, узгоджений контроль доступу, спільне оцінювання ризиків і координація реагування на інциденти. Поєднання режимних та кібербезпекових заходів дозволяє забезпечити комплексний захист інформації з обмеженим доступом і створює організаційні передумови для підвищення рівня захищеності об'єктів критичної інфраструктури.

Список використаних джерел

1. Про державну таємницю : Закон України від 21.01.1994 № 3855-XII (зі змінами). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3855-12 (дата звернення: 24.09.2026).
2. Про основні засади забезпечення кібербезпеки України : Закон України від 05.10.2017 № 2163-VIII (зі змінами). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2163-19 (дата звернення: 24.09.2026).
3. Про критичну інфраструктуру : Закон України від 16.11.2021 № 1882-IX (зі змінами). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1882-20 (дата звернення: 24.09.2026).
4. Про затвердження Положення про режимно-секретний орган : Постанова Кабінету Міністрів України від 03.02.1998 № 156 (зі змінами). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/156-98-п (дата звернення: 24.09.2026).
5. Кравченко О. В., Шевченко С. В. Особливості захисту інформації з обмеженим доступом у діяльності органів державної влади. Науковий вісник публічного та приватного права. 2022. Вип. 5. С. 84–90.

DOI 10.70286/EOSS-26.10.2026.005.123-127

AI AGENTS IN GAME DEVELOPMENT USING AN ENGINE OR SPECIALIZED LIBRARIES

Dzinko Rostyslav
Ph.D., Senior Lecturer
Department of Gaming and Intellectual Systems
National Technical University of Ukraine
“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”

Introduction. An AI agent does more than just generating the final source code of the task. It locates code, reads interfaces, builds the product and investigates failures if those happen. RepoCoder and Repoformer demonstrate the importance of repository context and selective data retrieval [1, 2]. Neither study establishes whether a game engine reduces the total cost of agent-driven gameplay changes. Long-context experiments also show that information position can affect retrieval quality [3]; their results do not directly predict C++ agent costs.

Using a ready-made engine provides a game developer with full set of tools but their usage and integration into the final product effort is a matter of research. Specialized libraries allow to narrow product implementation effort leaving more responsibilities to the game code itself. This study compares both cases by making observed changes rather than assuming that either one is cheaper. Folmer identifies component reuse and integration complexity as a game-development trade-off [4].

FactorSim uses a factored simulation representation to reduce context dependencies during generation [5]. SWE-bench evaluates changes to existing repositories through real software issues [6]. Together, these studies motivate measuring context and functional checks alongside generation costs, without providing a direct engine-versus-library comparison.

Aim and research tasks. The main goal of the research is to find results of agent time and token consumption comparison, examine the source of those costs, and test whether the comparison persists when additional quality checks and measured repairs are applied.

Experimental design. Both implementations represent the same two-dimensional run-and-gun prototype and use equivalent task contracts and shared content. The Godot 4.5.1 implementation uses C++ via GDExtension. The extension loads native libraries without rebuilding the engine [7]. The alternative implementation uses ready-made libraries, a product-owned loop and a minimal needed level editor toolset.

The development plan included six tasks (Primary S) that cover: a weapon, enemy behaviour, moving platform, checkpoint, editable property and frame-phase ordering. Each task starts from a frozen baseline and is repeated twice per approach. Fresh agent sessions use gpt-6.1-sol with medium reasoning effort on Windows/MSVC. Runs retain the balanced scheduling of the broader study, with a shifted order in the second repetition. The large task (L) adds interacting shielded enemies, platforms, checkpoints and configurable patrol speed. These two tasks change weapons and frame ordering. Runtime use the interactive game tick at 120 Hz.

Table 1 – Scope of the two-approach subset

Series	Tasks and repetitions	Outcomes
Primary S	6 tasks × 2 repeats × 2 approaches	24
Documentation control	2 tasks × 2 repeats × 2 approaches	8
Preparation of L	One more complex baseline per approach	2
Changes to L	2 tasks × 2 repeats × 2 approaches	8
Total	Two-approach subset of a broader study	42

Ready infrastructure is excluded symmetrically: neither library construction nor engine development is accounted into a gameplay change made with AI agent. Product adapters, serialization and editor integration are charged. Also, all agent attempts count, including failed ones. Independent acceptance testing is excluded from agent time; builds and agent self-tests remain included.

Time is workflow wall time, not frame execution time or human effort. The service reports input I, cached input K and output O; reasoning is already included in O. Uncached input U and total tokens N are calculated without double counting:

$$U = I - K, \quad N = U + K + O \tag{1}$$

Research results and discussion. Table 2 reports the sums for 12 changes per approach. Added lines are nonblank C++ lines after common formatting; they measure patch volume, not equal semantic complexity. Scripts and native resources are not represented by the C++ count.

Table 2 – Primary-series totals before additional repairs

Metric	Libraries	Godot
Agent time, s	2 372.7	3 867.8
Uncached input U, tokens	387 553	622 054
Cached input K, tokens	3 210 496	7 534 336
Output O, tokens	78 251	98 297
All tokens N	3 676 300	8 254 687
Added / deleted C++ lines	888 / 224	887 / 138

For resource X, the relative saving is calculated against the engine workflow. Subscripts L and E denote libraries and engine. A positive value denotes lower library cost:

$$S(X) = 100 \times \left(1 - \frac{X_L}{X_E}\right) \% \quad (2)$$

The library workflow used 38.7% less time, 37.7% less uncached input and 20.4% less output. It was faster in all 12 task–repetition pairs. The median paired time ratio was 0.673, with a range of 0.439–0.776. These pairs share one game and are not independent projects; population confidence intervals are not claimed.

Observed read/search output totalled 760,925 bytes for libraries and 1,548,917 for Godot. Self-test material accounted for 90.12% of this byte difference. This is a descriptive decomposition, not a causal explanation of time. The recorded SDK API reads were actually larger for libraries: 32,571 versus 5,288 bytes. A smaller repository or API surface alone therefore does not explain the observed advantage.

The 42 saved outcomes include eight documentation controls and two preparations. Those are not pooled with the primary totals. Two historical records have incomplete accounting; no complete-cost comparison is reconstructed from them.

Additional quality checks and repair costs. Passing an initial test suite is not equivalent to defect-free software. A post hoc extension applied 208 checks to 34 outcomes, equally across approaches; eight outcomes had no applicable new checks. Checks covered projectile coordinates, source-derived draw/hitbox expressions, native property persistence and fatal/nonfatal fall ordering. Expressions were evaluated on live runtime state, not rendered pixels.

Table 3 – Separately measured repairs across saved variants

Metric	Libraries	Godot
Variants repaired / agent attempts	4 / 5	1 / 2
Additional agent time, s	619.0	359.0
Uncached input U, tokens	197 227	106 114
Output O, tokens	17 706	9 189

Four library variants and one Godot variant required repair. All seven attempts are charged, including a failed library attempt and a second Godot continuation. All five variants passed applicable old and new checks. Different defect workloads prevent a matched repair comparison. Table 3 includes preparation repairs; Figure 1 covers changes only. For approach a and repair attempt j, the expanded-quality cost is:

$$X_a^* = X_{initial,a} + \Sigma_j X_{repair,aj} \quad (3)$$

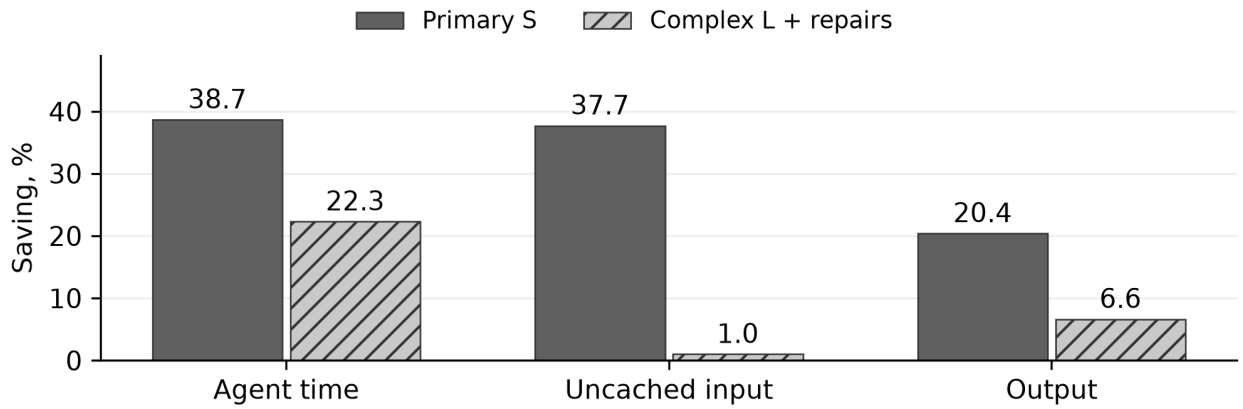


Figure 1. Savings relative to Godot. Primary results and complex-series results with all change-specific repairs. Sources: measured runs and repair logs.

For four L changes per approach, time including repairs was 1,159.8 s for libraries and 1,492.3 s for Godot. Preparation of L is excluded. Time savings fell from 42.2% before repairs to 22.3%; uncached-input savings fell from 28.3% to 1.0%, and output savings from 27.3% to 6.6% (Figure 1).

Limitations. The engine workflow was slower in this case, but the experiment does not isolate architecture from SDK quality, documentation or testing tools. The result cannot be treated as a general inability to control an engine frame.

Quality changes the practical conclusion. The primary series needed no repairs under the added coverage, whereas the complex series lost most of its uncached-token advantage. Lower initial agent usage is therefore insufficient for choosing a workflow. One model, one game and two repetitions limit transferability. Fall checks explicitly extend the original contract.

Conclusions. For the investigated product changes, specialized libraries were associated with lower agent time than Godot plus GDExtension at similar added C++ volume. Token advantages were sensitive to quality coverage. The contribution is a bounded comparison and an accounting procedure that retains all attempts and adds measured repair costs.

References

1. RepoCoder: Repository-Level Code Completion Through Iterative Retrieval and Generation / F. Zhang et al. Proceedings of EMNLP. 2023. P. 2471–2484. DOI: 10.18653/v1/2023.emnlp-main.151.
2. Repoformer: Selective Retrieval for Repository-Level Code Completion / D. Wu et al. Proceedings of Machine Learning Research. 2024. Vol. 235. P. 53270–53290. URL: https://proceedings.mlr.press/v235/wu24a.html.

3. Lost in the Middle: How Language Models Use Long Contexts / N. F. Liu et al. Transactions of the Association for Computational Linguistics. 2024. Vol. 12. P. 157–173. DOI: 10.1162/tacl_a_00638.
4. Folmer E. Component Based Game Development – A Solution to Escalating Costs and Expanding Deadlines? Component-Based Software Engineering. LNCS 4608. 2007. P. 66–73. URL: https://www.eelke.com/assets/pubs/cbgd.pdf.
5. FactorSim: Generative Simulation via Factorized Representation / F.-Y. Sun et al. NeurIPS. 2024. Author version: https://arxiv.org/abs/2409.17652.
6. SWE-bench: Can Language Models Resolve Real-World GitHub Issues? / C. E. Jimenez et al. ICLR. 2024. Author version: https://arxiv.org/abs/2310.06770.
7. Godot Engine. What is GDExtension? Documentation 4.5. URL: https://docs.godotengine.org/en/4.5/tutorials/scripting/gdextension/what_is_gdextension.html (accessed: 16.10.2026).

DOI 10.70286/EOSS-26.10.2026.006.127-134

MONTE CARLO SIMULATION OF PHYSICAL SECURITY SYSTEMS

Shvachych Hennady
Doctor of Technical Sciences, Professor
Aleksieiev Mykhailo
Doctor of Technical Sciences, Professor
Aleksieiev Oleksii
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Monastyrov Hlib
Student
Department of Information Security
and Telecommunications
Dnipro University of Technology, Ukraine

Annotation. The article examines the processes of simulation modeling and effectiveness evaluation of facility security systems. The developed system will allow the user to define facility and security system parameters, generate scenarios of random threat occurrence, conduct multiple simulation experiments using the Monte Carlo method, perform statistical processing of the obtained data, and visualize the results.

Keywords. Simulation modeling, facility, system, Monte Carlo, effectiveness.

Introduction. Ensuring an appropriate level of facility security requires a well-founded selection of security system parameters and configurations, taking into account potential random events and threat development scenarios. Traditional approaches to evaluating the effectiveness of such systems do not always allow for the consideration of a significant number of random factors, the interconnectedness

between system elements, and the diversity of potential scenarios. Existing software tools and methods for the quantitative assessment of physical protection system effectiveness have several limitations that reduce their practical value, as they fail to adequately account for the randomness of the intrusion process.

Designing security systems based solely on experience and software oriented primarily toward geometric sensor coverage analysis has a significant limitation: such evaluation is static and does not account for the dynamic behavior of a real adversary. The actual probability of detection during an intrusion attempt at a specific point within a facility also depends on the adversary's route, objectives, and awareness of the environment. Thus, two facility layouts with identical placement of security communications can represent fundamentally different levels of protection, depending on the entry points and the specific targets the real adversary moves toward. Consequently, a static coverage assessment is an insufficient condition for designing an effective security system.

Similarly, relying exclusively on standard methods (such as EASI, SAVI) for the quantitative assessment of the probability of interruption has significant drawbacks. These include the fixed nature of many parameters for specific protection elements, a predetermined set of adversary paths, and a rigid connection to structural layouts or schematic diagrams without real three-dimensional representation.

One of the effective approaches to investigating systems whose functioning depends on random events is simulation modeling. Applying the Monte Carlo method enables multiple simulations of random scenarios and, based on statistical analysis, allows for obtaining estimates of security system effectiveness metrics. In recent years, interest in research in this direction has been growing actively. In particular, the topic of using stochastic programming to evaluate the effectiveness of physical protection systems has been addressed in publications from 2021–2026 by researchers such as M. Ozkutuk, S. Chirayath, D. Andiwijayakusuma [1 – 5] , and others. The methodological framework in this field remains incomplete, which highlights the advisability of further development in this direction.

Therefore, developing a system that automates the process of scenario generation, conducting simulation experiments, statistical processing, and result visualization is a demonstrably urgent task in the field of computer science. Such a system allows for increasing the efficiency of analyzing various security system configurations and providing decision support regarding their effectiveness.

The object of research is the processes of simulation modeling and effectiveness evaluation of facility security systems under conditions of random threat and event occurrence.

The subject of research encompasses the methods, algorithms, and information technologies for the simulation modeling of physical protection systems, as well as the statistical evaluation of their effectiveness metrics using the Monte Carlo method.

Item. The aim of the research is to create a specialized information system that automates Monte Carlo simulation modeling processes to improve the accuracy of evaluating the effectiveness of physical protection systems.

To achieve this, the following tasks must be resolved:

To analyze existing approaches, methods (specifically EASI and SAVI), and software suites for evaluating the effectiveness of physical protection systems, identifying their limitations regarding the consideration of adversary movement dynamics and stochastic factors.

To investigate the specific features of applying the Monte Carlo method to model adversary intrusion processes and response force actions under conditions of uncertainty and randomness.

To construct a stochastic mathematical model of the functioning of PPS elements (magnetic contacts, volumetric motion sensors, and glass-break detectors) based on the Bernoulli distribution to describe the random nature of their activation.

To develop a simulation modeling algorithm for the intrusion process using the Monte Carlo method, ensuring automated generation of random scenarios, modeling of response delays, and recording of the results of each iteration.

Results and discussion. The processes of simulation modeling and effectiveness evaluation of physical protection systems under conditions of random threat occurrence are investigated. A modeled facility consisting of several rooms and connecting zones is considered. The facility has defined potential entry points, a set of target points that can be the objective of an adversary, and locations for security sensors (such as contact sensors, motion detectors, glass-break sensors, etc.). The configuration of the physical protection system defines the types and placement of sensors within the available set of positions. For the experiment, the geometric parameters of the rooms and their navigational representation are assumed to be given.

As a result of conducting simulation experiments, evaluations of physical protection system configurations created under identical initial conditions and rules are obtained. A single model simulation includes a specified physical protection system configuration and the adversary's awareness level. Based on these data, the model must automatically generate an intrusion scenario – including the entry point, target object, and path – taking into account the room geometry and adversary behavior. The model must determine the results of the adversary's interaction with the sensors during each iteration. The aggregate results of the iterations constitute the outcome of a single simulation.

The result of an iteration is considered to be the interruption of the adversary's actions. If an adversary detection occurs, the response is modeled based on random parameters of delay and arrival times. The probability of interruption is evaluated as an independent random event. The navigational representation of the facility is used to estimate the length of the adversary's path and the distance to the point of interruption.

For each configuration of the physical protection system, N iterations are performed. The fraction of iterations in which a successful interruption of the adversary's actions occurred is represented in formula:

$$P_I = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} Y_i \quad (1)$$

where N is the number of method iterations, and Y_i is the indicator variable of the outcome.

If an interruption occurs during an iteration, $Y_i = 1$; otherwise, $Y_i = 0$. Security sensors and response forces are represented by simplified models with parameters established based on sources or accepted as explicit assumptions. The obtained estimates should not be interpreted as characteristics of a real system. The developed model must calculate a statistical evaluation of the results based on the facility geometry, the specified physical protection system configuration, and the simulation of adversary intrusion scenarios using random parameters.

Stochastic Model of Security System Functioning. The physical protection system considered in the model consists of a collection of sensors placed by the user at available points in the facility and a simplified response mechanism. For each scenario generated according to the selected adversary profile, it is determined which sensors can interact with the adversary along their path. The adversary's awareness level does not change the probability of sensor activation. The intrusion simulation accounts for all installed sensors, including those the adversary was unaware of.

It is necessary to distinguish between the condition under which a sensor can detect an adversary and the outcome of the detection itself. The detection condition is determined by deterministic rules based on room geometry, sensor location, etc. The detection outcome is determined stochastically for sensors whose sensitivity depends on probability. For each sensor, it is verified whether the adversary's path creates the conditions for detection.

Three types of sensors are considered in this work: contact sensors, glass-break detectors, and volumetric motion sensors. The choice of these sensors is justified by their versatility, prevalence, and frequency of use. Since the objective of this research is not to establish the operational efficiency of specific sensor types or alarm systems, but rather to evaluate the effectiveness of their application relative to the adversary profile, the set of sensors can be considered a model assumption. Volumetric motion sensors are one of the most common types of security devices used to protect rooms with multiple potential entry points (windows, doors). Installing such a sensor is more cost-effective and simpler than individually installing contact sensors on every entry point [6, 7]. Contact sensors use a magnetic contact to record the opening of a door or window. A glass-break detector responds to the sound of breaking glass [8]. Thus, the selected set of sensors allows for a practical simulation of physical protection system design.

Let us introduce the detection outcome variable for sensor D_j, and the indicator of the detection condition occurrence A_j, where $A_j = 1$ if the adversary's path and actions create a detection possibility for the sensor, and $A_j = 0$ otherwise. If a detection condition arises, the sensor's operation outcome is determined stochastically according to the device's detection probability. For a contact sensor, activation during the opening of a controlled door or window is considered guaranteed. To model the operation outcome of glass-break detectors and surveillance cameras, the Bernoulli distribution is used, since each detection event has two possible outcomes – the presence of adversary detection or its absence. The Bernoulli distribution makes it possible to uniquely generate an outcome in each iteration and evaluate the detection frequency

[9]. The detection outcome for a contact sensor is presented in formula (2), and for a glass-break detector and surveillance cameras in formula (3), respectively.

$$D_j = A_j, \ p_j = 1, \quad (2)$$

where A_j is the recognition condition indicator, and $p_j$is the sensor detection probability.

$$D_j = A_j B_j, \ B_j \sim \text{Bernoulli}(p_j), \quad (3)$$

where A_j is the recognition condition indicator, and B_j is a random variable drawn from the Bernoulli distribution.

Following adversary detection, response modeling begins. The time for signal transmission and the start of the response is defined by a random delay. The travel time of the response force to the target is estimated based on the length of the permissible path and a specified response speed. If the response force arrives at the target before the adversary, interruption within this model is considered guaranteed. False alarms or equipment failures are not considered within the scope of this model. The obtained results do not replicate the performance of real devices, but instead model an evaluation of the effectiveness of the physical protection system as a whole under given geometric conditions, sensor parameters, adversary profile, etc.

Mathematical Model for Effectiveness Evaluation. Different targets within a protected facility may have different levels of security; therefore, modeling is performed separately for each target. The effectiveness of the physical protection system is evaluated for a user-specified physical protection system configuration and a selected adversary profile. For each pair (configuration, adversary profile), a fixed number of iterations is conducted for each target. A single simulation iteration includes a stochastic realization of the sensor detection outcome, response delay, and interruption attempts (subject to the timely arrival of the response force).

From a mathematical perspective, each adversary intrusion iteration at the facility includes three indicators:

1. Adversary detection prior to reaching the target.
2. Adversary action interruption prior to reaching the target.
3. Target acquisition by the adversary.

The primary metric for evaluating physical protection system effectiveness in the proposed model is the estimated probability of interruption, which is calculated using formula (4):

$$P_I(C, L, g) = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} r_i, \quad (4)$$

where N is the number of method iterations, C is the physical protection system configuration, L is the adversary awareness level, g is the adversary's target, and $r_i$is the adversary interruption indicator (r_i = 1 if the adversary is successfully interrupted before reaching the target, and r_i = 0 otherwise).

The estimated probability of interruption equals the fraction of runs in which the adversary's actions were interrupted. Higher values of $P_I$indicate that the physical protection system provides more effective interruption. Additionally, the model

calculates estimates for the probability of detection and target acquisition by the adversary, the computations of which are provided in formulas (5) and (6), respectively.

$$P_D(C,\ L,\ g) = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} d_i, \quad (5)$$

where d_i is the adversary detection indicator (d_i= 1 if the adversary was detected before reaching the target, and d_i= 0 otherwise).

$$P_S(C,\ L,\ g) = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} s_i, \quad (6)$$

where $s_i$is the target acquisition indicator (s_i= 1 if the adversary reached the target before the moment of interruption, and s_i= 0 otherwise).

Monte Carlo Simulation Algorithm**.** The simulation algorithm in the proposed model includes the following input data:

1. Configuration of the Physical Protection System (PPS).
2. Specified adversary target.
3. Adversary profile.
4. Set of geometrically permissible paths.
5. Model parameters for sensors, delay times, movement speed, etc.
6. Number of iterations N.

The generalized sequence of the algorithm for a single iteration based on the received input data can be formulated as follows:

1. Generate the set of sensors known to the adversary.
2. Calculate the estimated probability of detection for each permissible path based on the sensors known to the adversary.
3. Select a path according to the adversary profile (ranging from a random path to the path with the lowest estimated probability of detection).
4. Simulate the activation of all sensors along the path.
5. In case of detection by a sensor, generate a response delay, calculate the arrival time of the response force, and compare it with the adversary's target action completion time.
6. Record the outcomes of detection, interruption, and target acquisition by the adversary.

After executing all iterations of the method, the detection, interruption, and target acquisition rates by the adversary are calculated. The obtained values are returned for the given adversary profile, facility target, and physical protection system configuration.

For an adversary profile with a known sensor fraction q_s, the set of known sensors K_i is determined. The size of this set is defined as a fraction of the total number of sensors. For each path, the adversary's estimated probability of detection is calculated based on the sensors known to them. That is, this metric illustrates the path evaluation algorithm precisely from the adversary's perspective. The actual probability of

detection along the path may differ from the estimated one depending on the adversary profile. The calculation of the estimated probability corresponds to the formula:

$$P_D(r \mid K_i) = 1 - \prod_{j \in D(r) \cap K_i} (1 - p_j), \quad (7)$$

where r is the adversary path, K_i is the set of sensors known to the adversary, P_D $(r \mid K_i)$ is the probability of detection along path r given that the adversary possesses information regarding the set K_i, p_j is the model detection probability of a sensor, D(r) is the set of sensors that path r can intersect with, and $D(r) \cap K_i$ is the set of sensors that are simultaneously located on path r and known to the adversary.

For a path with no sensors known to the adversary, the estimated probability of detection P_D is assumed to be 0. Thus, the adversary model attempts to select a path with the lowest possible detection estimate based on the data available to them. A low-awareness adversary profile, which lacks information regarding sensor placement, randomly selects a path from the set of geometrically permissible options. For other adversary profiles, if multiple paths possess the same estimated probability of detection, one of them is selected at random. According to the model's assumptions, the adversary does not possess information regarding the response time and the speed of the response forces; therefore, these data are not considered during path selection. The adversary's target action completion time is shown in formula (8), and the response force arrival time is shown in formula (9):

$$t_C = \frac{L_r}{V_A}, \quad (8)$$

where $L_r$is the length of the path chosen by the adversary, and $V_A$is the adversary's movement speed.

$$t_R = t_D + T_{delay} + \frac{L_R(t)}{V_R}, \quad (9)$$

where $L_R(t)$ (t) is the distance from the response force deployment point to the target, V_R is the speed of the response forces, $T_{delay}$is the delay time, and $t_D$is the time of the first detection.

The described simulation is performed N = 100000 times for each target, physical protection system configuration, and adversary profile. The initial seed of the pseudo-random number generator is stored along with the results, enabling the replication of any specific simulation run.

Conclusions. 1. The research addresses a critical limitation of traditional physical protection system (PPS) evaluation methods (such as EASI and SAVI), which rely on static coverage analysis and fixed adversary paths. It is demonstrated that static metrics are insufficient for comprehensive security design, as the actual probability of interruption dynamically depends on the adversary's path, objectives, awareness, and real-time interaction with the facility environment.

2. A specialized information system has been developed to automate stochastic simulation modeling based on the Monte Carlo method. The system allows users to flexibly define facility geometry, sensor configurations, and diverse adversary profiles.

By executing a high volume of simulation iterations (N = 100,000), the system ensures high statistical precision in estimating security metrics.

3. The mathematical and algorithmic framework of the model successfully integrates deterministic environmental constraints with stochastic variables, including Bernoulli-distributed sensor detection probabilities and randomized response force delays. The model provides automated path selection mechanisms from the adversary's perspective based on their level of awareness (q_s), enabling realistic dynamic modeling of intrusion scenarios.

4. Given that the methodological framework in the field of stochastic physical security analysis remains incomplete, further research will focus on expanding the system's capabilities. Future developments will include a transition to full three-dimensional layout representations, accounting for potential insider threats, and optimizing response force deployment strategies.

References

1. The development of multi-path adversary analysis tool for vulnerability assessment of physical protection systems (MAVA) / D. Andiwijayakusuma, A. Mardhi, T. Setiadipura et al. Journal of Engineering and Scientific Research (JESR). 2021. Vol. 3, no. 2. URL: academia.edu.
2. Effective physical protection system design and implementation at a radiological facility: An integrated and risk management approach / D. Andiwijayakusuma, T. Setiadipura, A. Purqon, Z. Su'ud. Kerntechnik. 2022. Vol. 88, no. 1. P. 45–56. DOI: doi.org.
3. Ozkutuk M., Chirayath S. Vulnerability assessment of a physical protection system design using a multi-path analysis and moving critical detection points. Proceedings of the INMM & ESARDA Joint Annual Meeting. 2023. URL: tamu.edu.
4. Ozkutuk M., Chirayath S. Stochastic, multi-path vulnerability assessment of a physical protection system using non-fixed critical detection points. Annals of Nuclear Energy. 2025. Vol. 209. P. 110–123. DOI: doi.org.
5. Setiawan A., Andiwijayakusuma D., Su'ud Z. Insider intervention model in the sabotage attack scenario of physical protection systems using stochastic multi-path analysis. Journal of Nuclear and Radiation Technology (Tridam). 2024. Vol. 26, no. 1. P. 12–21. URL: brin.go.id.
6. Flovik V. A gentle introduction to monte carlo methods. Medium. URL: https://medium.com/data-science/a-gentle-introduction-to-monte-carlo-methods-98451674018d (дата звернення: 11.09.2026).
7. Garcia M. L. The design and evaluation of physical protection systems. 2nd ed. Amsterdam : Elsevier/Butterworth-Heinemann, 2008. 351 p.
8. Ware M. Burglar alarm sensors – A complete list to know in 2025 and beyond. FHA Security Blog. URL: https://www.fhasecurity.co.uk/blog/burglar-alarm-sensors-the-complete-list/ (дата звернення: 01.10.2026).
9. Weisstein E. W. Bernoulli Distribution. Wolfram MathWorld: The Web's Most Extensive Mathematics Resource. URL: https://mathworld.wolfram.com/BernoulliDistribution.html (дата звернення: 30.09.2026).

COMPARING STATEMENT AND BRANCH COVERAGE IN TEACHING AUTOMATED UNIT TESTING WITH JEST

Kalashnyk Valerii
Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2345-4377
Kolysko Oksana
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4043-1238
Department of Computer Engineering and Electromechanics
Kyiv National University of Technologies and Design, Ukraine

Abstract. The paper examines the methodological value of comparing Statement Coverage and Branch Coverage when teaching automated Unit testing with Jest. The key pedagogical challenge is that executing every statement does not necessarily exercise all decision outcomes. A staged teaching procedure is proposed for the Simple Booking System educational project: a student first executes one valid booking-price scenario, interprets the coverage report, adds a test for the missing decision outcome, and finally assesses requirements that structural coverage cannot establish. An intentionally simplified pricing function demonstrates how 100% statement coverage may coexist with only 50% branch coverage. A test-comparison matrix distinguishes structural evidence, assertion quality, and residual business risks. The study offers a reproducible teaching model rather than results of an empirical study with students.

Keywords: Statement Coverage, Branch Coverage, Jest, Unit testing, code coverage, white-box testing, Simple Booking System, test design, software testing education.

Introduction. Automated Unit testing is central to software quality assurance because it provides rapid feedback about isolated rules and data transformations. Yet in an educational environment, students frequently equate successful tests and a high coverage percentage with proof of software correctness. This misconception is especially problematic in programs with conditional business rules, where a test may execute all statements while leaving an alternative outcome unverified. The Certified Tester Foundation Level syllabus distinguishes statement and branch coverage and explains that full branch coverage subsumes full statement coverage, but the reverse is not generally true [1].

The Software Testing Technologies course at Kyiv National University of Technologies and Design introduces control-flow analysis and structural coverage in Lecture 5, followed by automated Jest tests for business logic in Lecture 6 [2]. These topics can be taught as one learning progression. Students begin by reading a short function, identify its decision outcomes, construct cases, and then compare their predictions with the report generated by a testing tool. In this context, a coverage report is evidence about execution, not a certificate of correctness.

An earlier study by the authors addressed control-flow graphs as a way to explain White Box testing to computer science students [4]. The present paper deliberately narrows the subject: rather than teaching graph construction or cyclomatic complexity, it compares two measurable coverage criteria and develops a stepwise procedure for interpreting their disagreement. The Simple Booking System (SBS) serves as a consistent business context, allowing the exercise to connect abstract program structure with an understandable rule for booking prices.

Aim and objectives of the study. The aim is to substantiate a teaching methodology for comparing Statement Coverage and Branch Coverage during automated Unit testing with Jest. The objectives are to distinguish the two coverage criteria, construct a minimal counterexample to the equivalence of their percentages, define a progression of tests with explicit assertions, and formulate criteria for interpreting the remaining risks when full structural coverage has been achieved.

Materials and methods. The methodological basis combines structural test design, an illustrative business rule from SBS, and an interpretation of Jest coverage reports. Statement Coverage (SC) is the proportion of executable statements exercised by at least one test. Branch Coverage (BC) is the proportion of branch outcomes exercised. For a simplified educational decision model with a known number of statements and branches, the indicators are represented as follows [1]:

$$SC = (N_executed_statements / N_total_statements) \times 100\% \quad (1)$$

$$BC = (N_executed_branches / N_total_branches) \times 100\% \quad (2)$$

The indicators have different denominators; therefore, they must not be interpreted as interchangeable measures. In particular, an if statement without an explicit else block still has two decision outcomes. A test executing the true outcome may visit all executable statements but omit the false outcome. Jest supports code coverage collection and exposes related configuration options and reporters, allowing students to compare statements, branches, functions, and lines in one report [3].

For the instructional case, the expected SBS rule is: the basic room price is 100 currency units per night; a member receives a fixed discount of 20; and a booking must contain at least one night. The deliberately incomplete implementation omits the last validation rule:

```
function priceForStay(nights, member) {
  let total = nights * 100;
  if (member) total -= 20;
  return total;
}
```

Stage A contains one positive test: priceForStay(2, true) must return 180. Stage B adds the alternative outcome: priceForStay(2, false) must return 200. Stage C introduces a requirement-oriented negative test: an attempt with zero nights must be rejected. The last test is expected to fail against the deliberately incomplete function. This separation helps students understand the difference between executing code and verifying the required behavior.

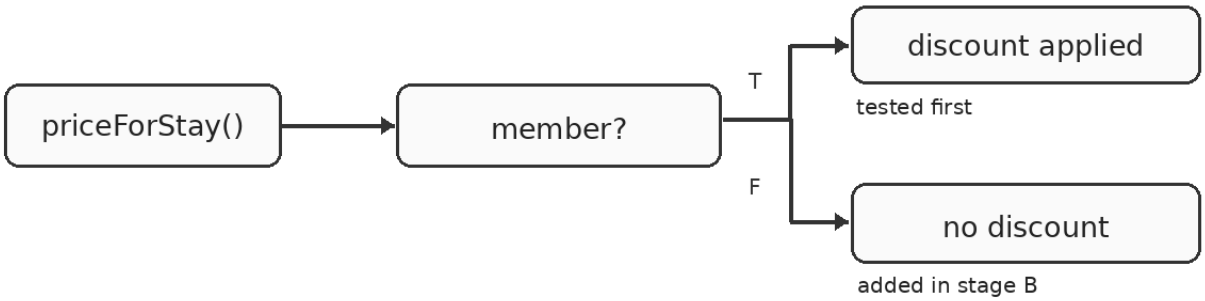


Figure 1. Decision outcomes in the illustrative booking-price function (T = true, F = false).

Research results and discussion. The principal result is a three-stage instructional procedure in which students derive coverage expectations before viewing the tool output. At the first stage, they list executable statements and true/false outcomes and formulate an assertion for a valid member booking. Since the test takes the true branch, it executes all statements in the example; the false outcome, however, remains untested. The expected indicators for this deliberately simplified function are 100% SC and 50% BC. These percentages are analytical values for the shown code, not findings from an executed experiment.

Table 1. Instructional comparison of coverage and test adequacy.

Test stage	Test input and oracle	SC / BC*	Interpretation
A: one positive	2 nights, member = true; expect 180	100% / 50%	All statements run; false outcome absent
B: two outcomes	Stage A + 2 nights, member = false; expect 200	100% / 100%	Both outcomes tested; stronger structural evidence
C: requirement check	Stage B + 0 nights; expect rejection	100% / 100%	Negative test fails; missing input validation revealed

* Expected values for the illustrated two-outcome decision model; instrumented reporting can depend on source transformations.

The second stage uses a direct behavioral assertion for the previously uncovered false outcome. When the second test is added, both outcomes of the membership condition are exercised, yielding the same 100% Statement Coverage but increasing expected Branch Coverage from 50% to 100%. Thus, the meaningful gain is not a higher number of executed statements but increased coverage of control decisions. Students should independently explain which missing outcome has become observable and why the first coverage percentage did not change.

The third stage exposes the main limitation of structural indicators. Both branches can be exercised while an omitted requirement remains undetected: the implementation returns zero for a zero-night booking instead of rejecting the input. A new negative test is needed, and it fails even though the earlier tests provide complete coverage of the implemented branching. This example connects White Box metrics to Black Box

requirements and reinforces the principle that test cases must contain appropriate expected results, not merely invoke methods [5].

A useful classroom practice is to ask each student to submit three artifacts: a short decision-outcome inventory, a Jest test suite with explicit expected values, and a short interpretation of the coverage report. Before enabling coverage collection, students predict which statements and branches will be executed. After execution, they reconcile their prediction with the report; if the values differ, they inspect the source mapping, test data, and untested decisions. The report then records the remaining business risk and proposes an additional requirement-based test. This procedure aligns the analysis of requirements with implementation-focused testing already developed in the course laboratory materials [6].

Coverage should therefore be treated as a diagnostic indicator, not as an autonomous release criterion. Some defects arise from incorrect expected values, missing validation rules, and combinations of conditions that remain problematic even when every individual branch has executed. Branch Coverage is more informative than Statement Coverage for this specific instructional case, but neither measure substitutes for boundary-value analysis, decision tables, or a review of acceptance criteria. Reports should also specify the Jest configuration and collected files so that differences between student submissions are interpreted consistently [3].

Methodological limitations must be recognized. The percentages in Table 1 result from logical examination of a compact function rather than a controlled comparative study of student groups. They illustrate the meaning of coverage criteria and do not quantify learning gains or defect-detection performance. Future work could evaluate the teaching procedure in class by comparing students' coverage predictions, their ability to identify missing outcomes, and the quality of additional tests developed after examining a report.

Conclusions. Comparing Statement Coverage and Branch Coverage offers a compact way to teach the distinction between executed code and verified decision outcomes. In the SBS pricing example, a single positive test can theoretically cover all executable statements while leaving one of two conditional outcomes untested. Adding a second test does not increase Statement Coverage but completes the Branch Coverage for that decision.

The proposed three-stage procedure links analysis of code, generation of Jest assertions, and interpretation of coverage results. An additional negative test demonstrates that 100% coverage of the implemented decisions still cannot prove that all business requirements have been implemented. The educational contribution consists of a reproducible diagnostic exercise that complements, rather than duplicates, previous work on control-flow graphs. Its further validation requires classroom implementation and empirical assessment of student learning outcomes.

References

1. International Software Testing Qualifications Board. (2024). Certified Tester Foundation Level Syllabus (Version 4.0.1). https://istqb.org/certifications/certified-tester-foundation-level-ctfl-v4-0/

2. Kalashnyk, V. Yu. (2026). Tekhnolohii testuvannia prohramnoho zabezpechennia: Konspekt lektsii [Software Testing Technologies: Lecture notes]. Kyiv National University of Technologies and Design, 241 pp.
3. Jest. (n.d.). Configuring Jest: Collecting and reporting code coverage. https://jestjs.io/docs/configuration
4. Kalashnyk, V., & Kolysko, O. (2026). Control flow graphs as a tool for explaining White Box testing in the training of computer science bachelor students. In Scientific Progress: Theories, Applications and Global Impact: Proceedings of the 4th International Scientific and Practical Conference (pp. 319–323). European Open Science Space. https://doi.org/10.70286/EOSS-08.06.2026
5. Myers, G. J., Sandler, C., & Badgett, T. (2011). The art of software testing (3rd ed.). John Wiley & Sons.
6. Kalashnyk, V. Yu. (2026). Tekhnolohii testuvannia prohramnoho zabezpechennia: Metodychni vkazivky do vykonannia laboratornykh robit [Software Testing Technologies: Laboratory guidelines]. Kyiv National University of Technologies and Design, 67 pp.

DOI 10.70286/EOSS-26.10.2026.007.139-144

IMPACT OF HAIR ARTIFACT REMOVAL ON SKIN LESION SEGMENTATION IN DERMOSCOPIC IMAGES

Gulmirzaeva Guzal
doctoral student
Department of System and Applied Programming
Tashkent University of Information Technologies named after
Muhammad al-Khwarizmi
Tashkent, Uzbekistan

Abstract. This study evaluates the effect of hair artifact removal on dermoscopic image segmentation. Original and hair-removed images were segmented under identical experimental conditions using the same SK-U-Net model. The results showed improvements in Dice, sensitivity, and overall segmentation accuracy, indicating that hair removal can enhance lesion boundary detection and segmentation reliability.

Keywords. Dermoscopic images, hair artifact removal, image preprocessing, skin lesion segmentation, SK-U-Net, Dice coefficient, IoU.

Introduction. Malignant skin tumors, especially melanoma, are among the most dangerous cancers. Every year, millions of people worldwide are diagnosed with skin tumors, and melanoma is considered one of the most aggressive forms with a high mortality rate (Fabbrocini et al., 2010), (Siegel et al., 2023). Early detection of melanoma can significantly improve the chances of successful treatment (Janda et al., 2020). Therefore, there is a growing need for automated, objective, and reproducible

diagnostic approaches. In recent years, many studies have focused on analysing dermoscopic images using machine learning and computer vision methods. (Esteva et al., 2017), (Fu'adah et al., 2020), (Tschandl et al., 2018). Preprocessing is a crucial stage in computer-aided analysis of dermoscopic images, as segmentation accuracy directly affects subsequent feature extraction and classification. Artifacts such as hair, markers, and light reflections may obscure lesion boundaries and texture, thereby reducing segmentation performance (Somnathe, Prathamesh A., and P. P. Gumaste., 2015). In particular, hair strands covering the lesion may hide important diagnostic features and differ strongly from lesion pixels, which can lead to incorrect segmentation as false boundaries or background regions. To address this problem, a preprocessing pipeline combining filtering, morphological operations, and harmonic inpainting achieved an accuracy of 82.31% on the PH2 dataset (Salido & Ruiz, 2018).

Hair artifact removal is not limited to detecting hair pixels, it is also important to preserve the original color, texture, and boundaries of the lesion. Inappropriate inpainting or filtering may over-smooth the image, remove clinically important texture information, or deform lesion boundaries (Janda et al., 2020). Some preprocessing methods, including border removal, hair removal, contrast enhancement, and Grab Cut, may introduce image blurring and reduce segmentation accuracy (Rehman et al., 2022). Therefore, recent studies increasingly use deep learning approaches, such as MLP-ANN and convolutional Encoder-Decoder networks, for hair detection and segmentation. Combined with morphological post-processing and inpainting, these methods can improve image quality and support more reliable subsequent image analysis(Delibasis et al., 2023).

In existing studies, hair artifact removal is often combined with image enhancement, segmentation, and post-processing. Therefore, it is difficult to determine how much of the final improvement is caused specifically by hair removal. To address this issue, the present study compares original and hair-removed dermoscopic images using the same segmentation model under identical experimental conditions. The results are evaluated using Dice and IoU metrics to assess the independent effect of hair removal on segmentation performance (Kim et al., 2025).

Early approaches to automatic medical image segmentation mainly used classical image-processing methods to remove hair and other artifacts before segmentation (Fallah H. Najjar et al., 2025) . Detection of dark hairs, dark corners, and colored markers based on morphological properties, followed by expectation-maximization segmentation, achieved an accuracy of 90.6% (Park et al., 2017). Another method applied median filtering to RGB channels, followed by the bottom-hat operator, binarization, dilation, morphological opening, and removal of small connected components to generate a hair mask, achieving a true detection rate of 82.31%(Salido & Ruiz, 2018). Studies have also examined the effect of common artifacts, such as hair and dark corners, on deep-learning segmentation models. After artifact removal, Dice scores increased from 86.81% to 93.49%, from 79.91% to 85.86%, and from 51.28% to 75.38% (Aneesh R.P. & Joseph Zacharias, 2024). Overall, previous studies indicate that hair artifact removal can improve dermoscopic image segmentation

(Gulmirzayeva, 2025) (Fallah H. Najjar et al., 2025). However, preprocessing, segmentation models, and post-processing are often modified simultaneously, making the independent contribution of hair removal difficult to determine (Aqib Shahzaib et al., 2025). Therefore, this study compares original and hair-removed images using the same segmentation model and identical experimental conditions.

A two-stage approach was used to remove hair artifacts from dermoscopic images. The method includes detecting hair strands, generating a hair mask, and reconstructing the regions covered by hair. The main goal is to detect hair and shadow artifacts while preserving the original color, texture, and boundary information of the lesion.

First, the input dermoscopic image is resized to a fixed size, and its pixel values are normalized. Then, an improved SegFormer model with attention, shadow, and boundary enhancement mechanisms is applied. The model generates a hair probability map, a shadow map, and an artifact boundary map from the input image.

The probability map is then converted into a binary hair mask. Morphological operations are applied to remove small noisy regions and connect broken hair segments. In the final binary mask, hair pixels are represented by 1, while the remaining pixels are represented by 0. Based on the detected mask, hair-related areas are temporarily excluded from the incoming image. The masked image is represented as follows:

$$I_M = I' \odot (1 - M_r) \quad (1)$$

In the next step, the masked image and the generated mask are transmitted to the image parts reproduction generator:

$$\hat{I} = G_\theta(I_M, M_r) \quad (2)$$

The reconstruction generator, based on MAT and LaMa principles, restores the hair-covered regions by considering the surrounding skin color, texture, pigment structure, and lesion boundaries. This helps preserve the natural structure of the image as much as possible after hair artifact removal.

The final cleaned image is created by combining the original and reconstructed images based on a mask:

$$I^* = \hat{I} \odot M_r + I' \odot (1 - M_r) \quad (3)$$

In this process, the regions without hair are preserved unchanged from the original image, while only the hair-covered areas are replaced with the pixel values reconstructed by the generator. As a result, a dermoscopic image is obtained in which hair and related shadow artifacts are removed, while clinically important lesion regions are minimally altered.

To evaluate the effect of hair artifact removal on segmentation quality, the experiment was organized in two parallel settings. In the first setting, the original dermoscopic images containing hair artifacts were used. In the second setting, the images processed by the proposed hair removal algorithm were used. In both cases, the same dataset, training conditions, and segmentation model were kept unchanged.

For lesion segmentation, the SK-U-Net model previously developed and evaluated in our earlier study was used (Gulmirzaeva et al., 2026). The model follows

an encoder-decoder architecture with skip connections, which allows low-level spatial information to be combined with high-level semantic features for accurate lesion boundary detection. In this study, the same SK-U-Net model was applied to both the original dermoscopic images and their corresponding hair-removed versions. The dataset, training parameters, and experimental conditions were kept identical in both cases. The segmentation results were evaluated using Dice coefficient, IoU, accuracy, sensitivity, and specificity. This controlled comparison makes it possible to assess the effect of hair artifact removal on segmentation performance independently of changes in the segmentation model.

Results. The experiments conducted on the ISIC 2018 dataset showed that preprocessing had a positive effect on segmentation performance. Table.1. For the SK-U-Net model, accuracy increased from 0.89 to 0.91, sensitivity from 0.82 to 0.85, and the Dice coefficient from 0.796 to 0.857. At the same time, the FNR decreased from 0.18 to 0.15. A slight increase in specificity was observed from 0.93 to 0.94, indicating an improvement in the correct identification of background pixels. Overall, the results indicate that hair artifact removal improves lesion detection sensitivity and Dice-based segmentation performance.

The results showed that hair artifact removal had a positive effect on dermoscopic image segmentation performance. The slight decrease in specificity may indicate that some background pixels were incorrectly classified as lesion regions. Overall, preprocessing improved lesion detection and contributed to more accurate segmentation of lesion boundaries.

Table 1. Comparison of Skin Lesion Segmentation Performance Before and After Hair Artifact Removal

Image type	Acc	Sn	Sp	Dice	FPR	FNR
Original images	0.89	0.82	0.93	0.796	0.07	0.18
Hair-removed images	0.91	0.85	0.94	0.857	0.06	0.15

Conclusion. The results of the study showed that hair artifact removal improves the accuracy, sensitivity, and specificity of skin lesion segmentation in dermoscopic images. In particular, the increase in Dice coefficient and sensitivity, along with the decrease in FNR, demonstrates the effectiveness of the preprocessing stage. Therefore, hair artifact removal is recommended as an important preprocessing step before lesion segmentation.

References

1. Aneesh R.P. & Joseph Zacharias. (2024). Semantic segmentation in skin surface microscopic images with artifacts removal. Comput. Biol. Medicine. https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2024.108975
2. Aqib Shahzaib, Abdul Basit Siddiqui, N. Anjum, M. U. Rehman, & Naeem Ramzan. (2025). Hair removal and lesion segmentation of dermoscopic images for classification of skin cancer using deep neural networks. Egyptian Informatics Journal. https://doi.org/10.1016/j.eij.2025.100844

3. Delibasis, K., Moutselos, K., Vorgiazidou, E., & Maglogiannis, I. (2023). Automated hair removal in dermoscopy images using shallow and deep learning neural architectures. In Computer Methods and Programs in Biomedicine Update. https://doi.org/10.1016/j.cmpbup.2023.100109
4. Esteva, A., Kuprel, B., Novoa, R. A., Ko, J., Swetter, S. M., Blau, H. M., & Thrun, S. (2017). Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. Nature, 542(7639), 115–118. https://doi.org/10.1038/nature21056
5. Fabbrocini, G., Triassi, M., Mauriello, M. C., Torre, G., Annunziata, M. C., De Vita, V., Pastore, F., D'Arco, V., & Monfrecola, G. (2010). Epidemiology of Skin Cancer: Role of Some Environmental Factors. Cancers, 2(4), 1980–1989. https://doi.org/10.3390/cancers2041980
6. Fallah H. Najjar, F. Mohamed, Asniyani Nur Haidar Abdullah, Mohd Shafry Mohd Rahim, & K. A. Kadhim. (2025). Accurate Skin Lesion Segmentation through Feature Fusion in Dermoscopy Images. Baghdad Science Journal. https://doi.org/10.21123/2411-7986.5041
7. Fu'adah, Y. N., Pratiwi, N. C., Pramudito, M. A., & Ibrahim, N. (2020). Convolutional Neural Network (CNN) for Automatic Skin Cancer Classification System. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 982(1), 012005. https://doi.org/10.1088/1757-899x/982/1/012005
8. Gulmirzaeva, G., Hudec, R., Akbaraliev, B., & Samandarov, B. (2026). An Optimal Deep Hybrid Framework with Selective Kernel U-Net for Skin Lesion Detection and Classification. Bioengineering, 13(4), 427. https://doi.org/10.3390/bioengineering13040427
9. Gulmirzayeva, G. A. qizi. (2025). Automatic segmentation of malignant skin tumors in dermoscopic images using U-Net architecture. Raqamli Transformatsiya va Sun'iy Intellekt Ilmiy Jurnali, 3(5).
10. Janda, M., Cust, A. E., Neale, R. E., Aitken, J. F., Baade, P. D., Green, A. C., Khosrotehrani, K., Mar, V., Soyer, H. P., & Whiteman, D. C. (2020). Early detection of melanoma: A consensus report from the Australian Skin and Skin Cancer Research Centre Melanoma Screening Summit. Australian and New Zealand Journal of Public Health, 44(2), 111–115. https://doi.org/10.1111/1753-6405.12972
11. Kim, H., Seo, K.-H., Kim, K., Shim, J., & Lee, Y. (2025). Application and optimization of the U-Net++ model for cerebral artery segmentation based on computed tomographic angiography images. European Journal of Radiology, 188, 112137. https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2025.112137
12. Park, B.-G., Lee, H.-G., Hou, C., & Lee, S. (2017). Artifact Removal for Enhanced Melanoma Segmentation. https://www.semanticscholar.org/paper/39b5938a468b39ed62eb9e8e0128eeb257857d66
13. Rehman, M., Ali, M., Obayya, M., Asghar, J., Hussain, L., Nour, M. K., Negm, N., & Hilal, A. M. (2022). Machine learning based skin lesion segmentation method with novel borders and hair removal techniques. In PLoS ONE. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0275781

14. Salido, J. A., & Ruiz, C. R. (2018). HAIR ARTIFACT REMOVAL AND SKIN LESION SEGMENTATION OF DERMOSCOPY IMAGES. In Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research. https://doi.org/10.22159/AJPCR.2018.V11S3.30025
15. Siegel, R. L., Miller, K. D., Wagle, N. S., & Jemal, A. (2023). Cancer statistics, 2023. CA: A Cancer Journal for Clinicians, 73(1), 17–48. https://doi.org/10.3322/caac.21763
16. Somnathe, Prathamesh A., and P. P. Gumaste. (2015). A review of existing hair removal methods in dermoscopic images. IOSR Journal of Electronics and Communication Engineering (IOSRJECE), 1, 73–76.
17. Tschandl, P., Rosendahl, C., & Kittler, H. (2018). The HAM10000 dataset, a large collection of multi-source dermatoscopic images of common pigmented skin lesions. Scientific Data, 5(1). https://doi.org/10.1038/sdata.2018.161

ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ З ОБМЕЖЕНИМ ДОСТУПОМ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ

Довбиш Богдан Сергійович
здобувач вищої освіти
Сергієнко Наталія Артурівна
доктор юридичний наук, доцент
Національна академія Служби Безпеки України

Цифровізація діяльності державних органів, підприємств та установ супроводжується зростанням обсягів інформації, зафіксованої в електронному вигляді, зокрема й тієї, що має обмежений доступ. Використання цифрових платформ, хмарних сервісів і засобів дистанційної взаємодії створює нові можливості для обробки даних, водночас підвищуючи вимоги до їх захисту. Це зумовлює необхідність удосконалення організаційних підходів до забезпечення інформаційної безпеки. Враховуючи наведене, розгляд особливостей організації захисту інформації з обмеженим доступом в умовах цифровізації є актуальним та нагальним.

Різні питання сфери інформаційної безпеки були предметом наукових розробок значної кількості вчених, серед яких: Богоніс А., Бондаренко В. А., Горун Г. Р., Федишин О. М., Самагальська Ю. Я., Шпуганич І. І. та інші дослідники. Богоніс А. здійснював наукові розробки впливу цифровізації на забезпечення інформаційної безпеки, зокрема, крізь призму нових загроз в системі державного управління [1]. Питання права на інформацію в умовах цифровізації висвітлювались Бондаренко В. А., Горун Г. Р., Федишин О. М. [2]. Самагальська Ю. Я. та Шпуганич І. І., розглядали право на інформацію в цифровому середовищі

[3]. Враховуючи вказане, заслуговує уваги розгляд особливостей організації захисту інформації з обмеженим доступом в умовах цифровізації.

Як слушно зазначає Богоніс А., різноманіття внутрішніх і зовнішніх інформаційних загроз створює умови, що можуть порушити стабільність системи державного управління [1, с. 33]. Цифрове середовище змінює способи зберігання, обробки та передавання інформації з обмеженим доступом. Якщо традиційні заходи захисту значною мірою ґрунтувалися на контролі документів і фізичному обмеженні доступу, то сьогодні важливого значення набуває безпека електронних даних, інформаційних систем і цифрових каналів комунікації. За таких умов, захист інформації повинен охоплювати всі етапи її життєвого циклу: від створення та реєстрації до зберігання, використання й знищення. Бондаренко В. А., Горун Г. Р., Федишин О. М. відзначають, що передумови формування комплексу прав, пов'язаних з інформацією, охоплюючи, зокрема, право на інформацію, мають публічний характер і поєднані із соціальною цінністю цих прав [2, с. 419].

Одним із ключових напрямів організації захисту інформації з обмеженим доступом є розмежування доступу до інформаційних ресурсів. Працівники повинні отримувати лише ті повноваження, які необхідні для виконання їхніх професійних обов'язків. Надмірний доступ до даних, використання спільних облікових записів і несвоєчасне припинення прав користувачів на доступ до даних створюють передумови для неправомірного використання інформації. Тому, важливим організаційним заходом захисту інформації з обмеженим доступом є регулярний перегляд прав доступу осіб до інформації з урахуванням змін посадових обов'язків таких осіб та структури установи.

Особливої уваги потребує використання цифрових сервісів для обробки та передавання інформації. Застосування хмарних платформ і засобів дистанційної взаємодії має супроводжуватися визначенням дозволених каналів комунікації, установленням правил роботи з електронними документами та контролем за їх поширенням. Важливо забезпечити, щоб вибір цифрових інструментів відповідав установленим вимогам захисту інформації та не створював додаткових ризиків її витоку.

Не менш значущим є управління ризиками інформаційної безпеки. Воно передбачає визначення інформаційних ресурсів, які потребують особливого захисту, аналіз можливих загроз і встановлення відповідних заходів реагування. До актуальних ризиків належать несанкціонований доступ до інформаційних систем, втрата електронних документів, використання неналежно захищених каналів передавання даних і помилки персоналу. Своєчасне виявлення таких ризиків дає змогу організації визначати пріоритети захисту та раціонально використовувати наявні ресурси щодо захисту інформації з обмеженим доступом.

Важливою складовою системи захисту інформації з обмеженим доступом є поєднання організаційних процедур із технічними засобами безпеки. Зокрема, застосування багатофакторної автентифікації, резервного копіювання, шифрування даних і контролю дій користувачів сприяє зменшенню ймовірності

несанкціонованого доступу та втрати інформації. Водночас, технічні засоби не можуть повністю компенсувати недоліки організації роботи, тому їх використання має супроводжуватися чіткими внутрішніми правилами та визначенням відповідальних осіб. Вагомого значення тут набуває режим доступу до інформації. На думку Самагальської Ю. Я. та Шпуганич І. І., режим доступу до інформації означає передбачений правовими нормами порядок одержання, використання, поширення і зберігання інформації. Він встановлює коло суб'єктів, які матимуть право на інформацію та спеціальний порядок її збирання, зберігання та поширення [3, с. 67].

В контексті досліджуваної теми окрему увагу необхідно приділяти людському фактору. Недостатня обізнаність працівників щодо правил роботи з інформацією може призвести до її випадкового розголошення або порушення встановлених процедур обробки такої інформації. У зв'язку з цим, доцільним є проведення регулярних інструктажів і навчань, ознайомлення персоналу з актуальними загрозами та формування навичок безпечної поведінки в цифровому середовищі. Працівники повинні розуміти не лише порядок використання інформаційних ресурсів, а й можливі наслідки недотримання вимог захисту інформації з обмеженим доступом.

Важливим напрямом удосконалення організації захисту інформації з обмеженим доступом в умовах цифровізації є здійснення реагування на інциденти порушення інформаційної безпеки або виникнення загроз інформаційній безпеці. Виявлення підозрілої активності, втрати даних або можливого витоку даних потребує чітко визначеної послідовності дій. Доцільно встановити порядок повідомлення відповідальних осіб, фіксації обставин інциденту, обмеження його наслідків та подальшого аналізу причин виникнення. Такий підхід сприяє своєчасному реагуванню на порушення й дає змогу використовувати отриманий досвід для вдосконалення системи захисту інформації з обмеженим доступом.

Отже, сучасна організація захисту інформації з обмеженим доступом повинна мати комплексний і гнучкий характер. Її результативність залежить від узгодженості правових вимог, внутрішніх процедур, технічних засобів і відповідальної поведінки персоналу установи. Особливого значення набуває регулярне оцінювання ефективності застосованих заходів захисту інформації з обмеженим доступом, оскільки цифрове середовище постійно змінюється, а разом із ним виникають нові способи порушення інформаційної безпеки.

Таким чином, цифровізація зумовлює необхідність адаптації організації захисту інформації з обмеженим доступом до нових способів її обробки та передавання. Основними напрямами забезпечення належного рівня захисту такої інформації є розмежування прав користувачів, управління ризиками, використання технічних засобів безпеки, навчання персоналу та вдосконалення процедур реагування на інциденти порушення інформаційної безпеки / загрози інформаційній безпеці. Комплексне поєднання цих заходів створює передумови для підвищення надійності захисту інформації з обмеженим доступом в умовах цифровізації.

Список використаних джерел

1. Богоніс А. Вплив цифровізації на забезпечення інформаційної безпеки: нові загрози в системі державного управління. Теоретичні та прикладні питання державотворення. 2024. № 31. С. 31-37. DOI: https://doi.org/10.35432/tisb312024306534.
2. Бондаренко В. А., Горун Г. Р., Федишин О. М. Право на інформацію в умовах цифровізації. Науковий вісник Ужгородського Національного Університету. 2023. Серія Право. Випуск 80. Частина 1. С. 418-423. DOI https://doi.org/10.24144/2307-3322.2023.80.1.62
3. Самагальська Ю. Я., Шпуганич І. І. Право на інформацію в цифровому середовищі. Науковий вісник Ужгородського Національного Університету. 2024. Серія Право. Випуск 86. Частина 4. С. 65-70. DOI https://doi.org/10.24144/2307-3322.2024.86.1.4.10

ВИЯВЛЕННЯ АНОМАЛІЙ У ТЕЛЕМЕТРІЇ ПРОМИСЛОВОГО ОБЛАДНАННЯ НА ОСНОВІ ЧАСТОТНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВІБРАЦІЇ

Мельник Андрій
магістр
Кафедра комп'ютерної інженерії та охоронних систем
Луцький національний технічний університет, Україна

Анотація. Розглянуто систему аналізу телеметрії промислового обладнання на базі ESP32, яка визначає частотні характеристики вібраційних сигналів і передає дані через MQTT за умови виявлення відхилень. Для виявлення ранніх ознак несправностей без розмічених прикладів порівняно п'ять методів аналізу аномалій на синтетичних даних. Найкращий показник F1 (0,877) отримано для робастної (стійкої до впливу окремих нетипових або помилкових значень) відстані Махаланобіса. Цей метод допомагає виявляти незвичні зміни параметрів обладнання та менше залежить від окремих нетипових значень даних. Передавання розрахованих характеристик зменшує розмір повідомлення у 18,3 раза, а передавання за відхилення скорочує кількість повідомлень у нормальному режимі приблизно до 6,7 %.

Ключові слова: телеметрія, промислове обладнання, вібродіагностика, ESP32, MQTT, виявлення аномалій, відстань Махаланобіса.

Вступ. Загальний рівень вібрації, який використовують для оцінювання стану обертового обладнання відповідно до ISO 20816-1 [1], не завжди дає змогу вчасно виявити початкові несправності. Зокрема, пошкодження підшипників можуть супроводжуватися незначними змінами загального рівня сигналу, але помітнішими змінами його частотних складових [2; 3]. Додатковою проблемою

є нестача розмічених даних про несправності конкретного обладнання, що зумовлює доцільність застосування методів навчання на нормальних даних [4].

Метою роботи є розроблення системи аналізу телеметрії з попередньою обробкою сигналів на ESP32 і передаванням даних через MQTT лише за необхідності, а також порівняння методів виявлення несправностей за повнотою, частотою хибних тривог і затримкою реагування.

Архітектура системи. Система складається з трьох рівнів: периферійного, комунікаційного та серверного. На периферійному рівні ESP32 отримує дані від акселерометра й датчика температури та обробляє вібраційний сигнал. Для аналізу використовується вікно з 512 відліків за частоти дискретизації 1 кГц, що відповідає тривалості 0,512 с. Після застосування вікна Ганна виконується швидке перетворення Фур'є.

Формується вектор із 16 характеристик: середньоквадратичного значення вібрації, ексцесу, коефіцієнта амплітуди, температури та логарифмів енергії у 12 частотних смугах діапазону 5–500 Гц. Для цих частотних смуг застосовано геометричну послідовність. Знаменник прогресії r розраховується за формулою:

$$r = \left(\frac{f_{max}}{f_{min}}\right)^{\frac{1}{n}} = \left(\frac{500}{5}\right)^{\frac{1}{12}} = \sqrt[12]{100} \approx 1{,}468, \quad (1)$$

де f_{min} – нижня межа діапазону;

f_{max}= 500 Гц – верхня межа діапазону;

n = 12 – кількість частотних смуг.

Отримані значення меж $f_n = 5 \times 1{,}468^n$ $(n = 0, \dots, 12)$ після округлення до найближчого цілого утворюють ряд: 5, 7, 11, 16, 23, 34, 50, 73, 108, 158, 232, 341, 500 Гц. Такий логарифмічний розподіл зберігає високу деталізацію низькочастотних складових та зменшує навантаження на периферійний пристрій. Відхилення від нормального стану попередньо визначається за відстанню Махаланобіса, для обчислення якої зберігаються вектор середніх значень і матриця 16 × 16 [5]. Комунікаційний рівень використовує MQTT [6] для обміну повідомленнями між пристроями та сервером. Передбачено окремі теми для характеристик, стану з'єднання й команд. За потреби сервер може запросити необроблений фрагмент сигналу для детальнішого аналізу.

Розмір повідомлення з характеристиками становить 178 байтів, тоді як передавання необробленого вікна потребує 3263 байти. Таким чином, обсяг одного повідомлення зменшується приблизно у 18,3 раза. Для скорочення мережевого навантаження характеристики передаються, коли оцінка відхилення перевищує локальний поріг. За відсутності відхилень пристрій надсилає повідомлення про працездатність кожні 60 вікон – приблизно раз на 31 с. Сервер перевіряє отримані дані, зберігає часові ряди та виконує додатковий аналіз за допомогою складнішої моделі аналізу.

Методика та результати дослідження. Для експериментів сформовано синтетичні сигнали, що моделюють нормальну роботу обладнання та три типи несправностей: дисбаланс валу, дефект підшипника й послаблення кріплення.

Порівнювалися п’ять методів: пороговий контроль, робастна відстань Махаланобіса, аналіз головних компонент (PCA), One-Class SVM та автокодувальник [7; 8].

Моделі навчалися на 3000 вікнах нормальної роботи, а пороги виявлення аномалій визначалися за окремою вибіркою з 1500 нормальних вікон. Для оцінювання використовували показник F1, повноту виявлення та частку хибних тривог. Порівняльні результати ефективності досліджуваних методів наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Показники виявлення аномалій

Метод	**Точність**	**Повнота виявлення**	**F1**	**Хибні тривоги, %**
Пороговий контроль	1,000	0,379	0,550	0,0
Відстань Махаланобіса	0,994	0,784	0,877	0,9
Аналіз головних компонент	0,990	0,575	0,727	1,2
One-Class SVM	0,992	0,777	0,871	1,3
Автокодувальник	0,991	0,659	0,792	1,1

Найкращий показник F1 отримано для робастної відстані Махаланобіса – 0,877; результат One-Class SVM становив 0,871. Пороговий контроль виявив 37,9% несправностей, що свідчить про обмежені можливості методу за умов, коли несправність не спричиняє значного виходу окремих параметрів за встановлені межі.

Ефективність методів залежала від типу несправності. Повнота виявлення дисбалансу за допомогою відстані Махаланобіса становила 0,734, а послаблення кріплення – 0,926. Для One-Class SVM повнота виявлення послаблення кріплення становила 0,966. Найменша медіанна затримка серед порівнюваних методів зафіксована для відстані Махаланобіса – 53,5 с. Отже, вибір методу залежить не лише від загальної якості виявлення аномалій, а й від характеру несправності.

Окремо змодельовано періодичне передавання повідомлень MQTT і передавання за відхилення, коли дані надсилаються переважно після виявлення відхилення. У змодельованих прогонах кількість повідомлень зменшилася з 600 до 334, тобто приблизно на 44,3%. Це значення стосується конкретних прогонів із моделюванням несправностей. Для нормального режиму окремо розраховано очікувану частку переданих повідомлень на рівні 6,7% відносно періодичного передавання. Ці показники описують різні умови експерименту й не повинні ототожнюватися. Мережеві затримки та втрати повідомлень оцінювалися статистичним моделюванням. Реальний брокер MQTT не використовувався, тому результати характеризують поведінку системи в заданих модельних умовах, а не підтверджену продуктивність реальної мережі. У нормальному режимі очікувана частка повідомлень становить близько 6,7 %: 5 % припадає на перевищення локального порога, а решта – на періодичні повідомлення про працездатність. Орієнтовний обсяг переданих даних становить 0,1 МБ/год на

вузол для передавання за відхилення, 1,3 МБ/год для періодичного передавання характеристик і 22,9 МБ/год для необроблених сигналів. За втрат повідомлень QoS 0 у межах 10–30 % затримка зросла з 51,5 до 58,6 с. Проте в змодельованих прогонах несправності не залишилися невиявленими. Водночас одна хибна тривога в режимі передавання за відхилення указує на необхідність додаткового налаштування локального порога.

Обмеження дослідження. Отримані результати є попередніми, оскільки експерименти виконано на синтетичних даних, а роботу мережі моделювали статистично. Для практичного підтвердження потрібні випробування на реальному обладнанні, перевірка на відкритому наборі CWRU, вимірювання швидкодії ESP32 та експерименти з реальним брокером MQTT.

Висновки. Запропоновано систему аналізу телеметрії промислового обладнання, що поєднує обробку вібраційних сигналів на ESP32, виявлення відхилень за допомогою моделей машинного навчання та передавання даних через MQTT. Найкращий показник F1 – 0,877 – отримано для робастної відстані Махаланобіса, яка також забезпечила найменшу медіанну затримку виявлення. Передавання розрахованих характеристик зменшує розмір повідомлення у 18,3 раза, а передавання за відхилення скорочує кількість повідомлень у нормальному режимі приблизно до 6,7 %. Подальші дослідження мають підтвердити ефективність запропонованого підходу на реальному обладнанні.

Список використаних джерел

1. ISO 20816-1:2016. Mechanical vibration – Measurement and evaluation of machine vibration – Part 1: General guidelines. Geneva : ISO, 2016. 43 p.
2. Randall R. B., Antoni J. Rolling element bearing diagnostics – A tutorial // Mechanical Systems and Signal Processing. 2011. Vol. 25, no. 2. P. 485–520. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2010.07.017.
3. Smith W. A., Randall R. B. Rolling element bearing diagnostics using the Case Western Reserve University data: A benchmark study // Mechanical Systems and Signal Processing. 2015. Vol. 64–65. P. 100–131. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2015.04.021.
4. Sgueglia A., Di Sorbo A., Visaggio C. A., Canfora G. A systematic literature review of IoT time series anomaly detection solutions // Future Generation Computer Systems. 2022. Vol. 134. P. 170–186. DOI: https://doi.org/10.1016/j.future.2022.04.005.
5. Rousseeuw P. J., Van Driessen K. A fast algorithm for the minimum covariance determinant estimator // Technometrics. 1999. Vol. 41, no. 3. P. 212–223. DOI: https://doi.org/10.1080/00401706.1999.10485670.
6. MQTT Version 5.0 / ed. by A. Banks, E. Briggs, K. Borgendale, R. Gupta. OASIS Standard, 2019. URL: https://docs.oasis-open.org/mqtt/mqtt/v5.0/os/mqtt-v5.0-os.html (дата звернення: 18.10.2026).

7. Jackson J. E., Mudholkar G. S. Control procedures for residuals associated with principal component analysis // Technometrics. 1979. Vol. 21, no. 3. P. 341–349. DOI: https://doi.org/10.1080/00401706.1979.10489779.
8. Schölkopf B., Platt J. C., Shawe-Taylor J., Smola A. J., Williamson R. C. Estimating the support of a high-dimensional distribution // Neural Computation. 2001. Vol. 13, no. 7. P. 1443–1471. DOI: https://doi.org/10.1162/089976601750264965.

EXPLORING BIASES AND LIMITATIONS IN HYBRID LLM-SAST VULNERABILITY DETECTION

Yarema Oleh
PhD student, assistant lecturer
ORCID: 0009-0009-8709-7813
Zagorodna Nataliya
PhD (Technical Sciences), Head of the Cybersecurity Department
ORCID: 0000-0002-1808-835X
Cybersecurity Department
Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ukraine

Static Application Security Testing (SAST) remains a foundation of Secure Software Development Lifecycles (SSDLC). Despite their speed, classical rule-based SAST analyzers can generate a high volume of false positives [1]. To mitigate this, recent paradigms improve SAST with Large Language Models (LLMs), using LLMs to filter SAST alerts, improve contextual understanding or validate code execution flows.

While hybrid LLM-SAST pipelines demonstrate improved precision in initial benchmarks, they introduce novel failure points. The non-deterministic nature of LLMs combined with domain-specific biases risks obscuring important vulnerabilities or introducing false confidence into security workflows.

The interaction between deterministic SAST engines and probabilistic LLMs gives rise to three main categories of bias (Fig. 1).

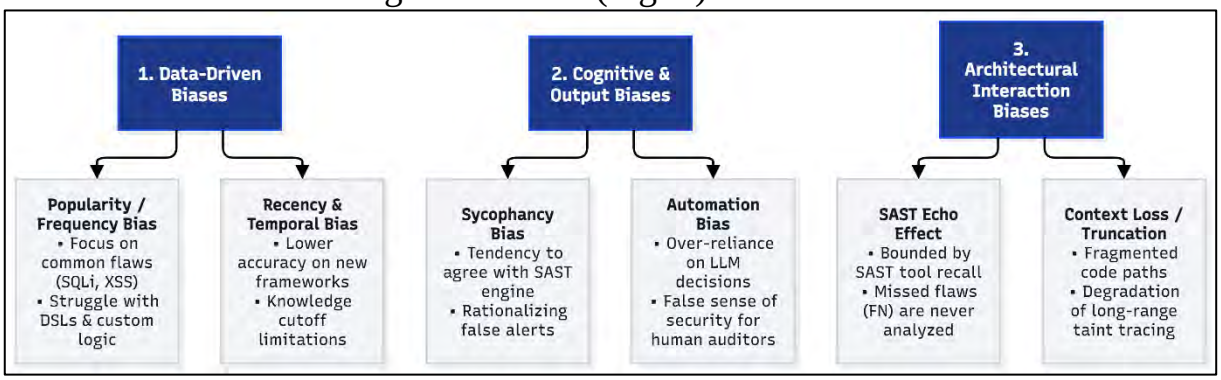


Figure 1. Hybrid LLM-SAST bias taxonomy.

First, data-driven and training biases encompass popularity or frequency bias, where LLMs have difficulties to validate niche SAST alerts in domain-specific languages or unique business-logic vulnerabilities. This category also includes recency and temporal bias, characterized by lower model accuracy when auditing code reliant on newly released frameworks, dependencies, or emerging CVE patterns outside their training cutoff. Second, cognitive and output biases, where LLMs tend to agree with the SAST tool's initial hypothesis and rationalize errors rather than correct mistake, alongside automation bias, where human auditors overrely on LLM-generated false-positive labels and dismiss alerts without verification [2, 3]. Finally, architectural interaction biases are driven by the SAST echo effect, in which the performance of the hybrid pipeline is heavily skewed by the underlying SAST tool's recall, meaning any flaws missed by the SAST engine are never passed to the LLM for analysis [4].

Beyond algorithmic bias several technical bottlenecks stop the reliable adoption of hybrid LLM-SAST frameworks. A critical architectural challenge lies in context window management, where real-world software involves long-range dependencies across multiple modules, meaning that truncating context to fit LLM prompt limits severely degrades the model's ability to trace taint paths across function calls. Furthermore, non-determinism in security auditing presents a operational barrier, as evaluating the same code block multiple times under identical prompts can yield conflicting vulnerability severity scores, thereby complicating compliance and auditing requirements. Finally, risks arise from vulnerabilities introduced by auto-remediation, where LLMs generating patches for SAST-identified bugs introduce secondary logic flaws or functional regressions into the codebase [5, 6].

To bridge these gaps future research must focus on several key vectors. First, quantifying sycophancy and hallucination rates requires developing specialized benchmarks, such as negative-sample code sets, to measure how often LLMs blindly confirm incorrect SAST alerts. Second, adopting multi-agent cross-verification involves designing adversarial multi-agent architectures to evaluate SAST findings before presenting them to a human analyst. Finally, establishing standardized human-in-the-loop metrics will allow researchers to accurately measure how LLM-filtered SAST reports influence both the decision-making speed and error rate of human analysts [4, 5].

Hybrid LLM-SAST integration represents a major evolution in automated code auditing, yet its current implementation relies on unverified assumptions about model neutrality and accuracy. Addressing data-driven biases, sycophancy, and context limits through robust benchmarking is essential before these hybrid methods can be safely deployed in critical software supply chains.

References

1. Toprani, D., & Madisetti, V. K. (2025). LLM agentic workflow for automated vulnerability detection and remediation in infrastructure-as-code. IEEE Access, 1. https://doi.org/10.1109/access.2025.3560911
2. Ding, J., Dong, J., Zhu, Y., Liu, Y., Deng, G., Susilo, W., & Li, Y. (2026). AI slop and hallucinations in vulnerability assessment: A survey on reasoning failures and trustworthy mitigation. ArXiv preprint.

3. Taghavi Far, S. M., & Feyzi, F. (2025). Large language models for software vulnerability detection: A guide for researchers on models, methods, techniques, datasets, and metrics. International Journal of Information Security, 24(2), 78.
4. Du, X., Feng, J., Zou, Y., Xu, W., Ma, J., Zhang, W., & Lou, Y. (2026). Reducing false positives in static bug detection with LLMs: An empirical study in industry. In Proceedings of the IEEE/ACM 48th international conference on software engineering: Software engineering in practice (pp. 716–727).
5. Mehboob, M., Muhammad, Z., Nazir, A., & Umer, H. (2026). Ai-assisted automated software testing and vulnerability detection using large language models. Spectrum of Engineering Sciences, 4(3), 7046–7056.
6. Çetin, O., Ekmekcioglu, E., Arief, B., & Hernandez-Castro, J. (2024). An empirical evaluation of large language models in static code analysis for PHP vulnerability detection. Journal of Universal Computer Science, 30(9), 1163–1183.

Section: International Relations

DOI 10.70286/EOSS-26.10.2026.008.154-157

GLOBAL SECURITY TRENDS

Stamat Viktoriia
PhD (Economics), Associate Professor,
Department of Management, Business and Administration
Smetana Anastasiia
student, specialty D3 Management, Master's Degree
Faculty of Management
Mykolayiv National Agrarian University, Ukraine

Abstract. The paper examines the main trends in global security in 2025 based on SIPRI data. Four interrelated trends are identified: the growing intensity of armed conflicts, including a doubling of interstate conflicts; militarization and record arms transfers; the erosion of the nuclear order alongside the spread of AI-enabled and unmanned warfare; and the weakening of multilateral instruments of peace. It is shown that the United Nations is responding to shrinking resources with the UN80 reform and a review of peace operations.

Keywords: global security, international conflicts, militarization, nuclear security, United Nations, peace operations.

Introduction. An international conflict is a conflict involving two or more international actors that has international political consequences and whose object lies beyond the jurisdiction of any of its participants [1, p. 55]. Under the SIPRI typology, an armed conflict is a confrontation involving armed force that causes 25 or more deaths in a year, and a conflict with 1,000 or more deaths a year is classed as a war [1, p. 56]. Armed conflicts are becoming increasingly complex and multidimensional, with a growing number of participants [1, p. 57]. Against this background, the state of global security in 2025 is shaped by four interrelated trends that also affect the capacity of the United Nations to manage conflicts.

Aim and objectives. The aim of the study is to identify the main trends in global security in 2025 and to assess how they affect the role of the United Nations in conflict management. The objectives are to trace changes in the intensity and human cost of armed conflicts, to examine militarization and the state of the nuclear order, and to assess the condition of multilateral peace instruments and the UN response to their decline.

Results and discussion. The first trend is the growing intensity of conflicts. In 2018, armed conflicts were underway in 27 states [1, p. 57]. The years 2017–2018 were the most peaceful of the period, after which conflicts escalated because of rising military spending, food insecurity, climate change and Russia's war against Ukraine [2, p. 354]. In 2025, armed conflicts were recorded in 49 states, one fewer than in 2024

but almost twice as many as in 2018, and the number of interstate conflicts doubled from three to six [3; 4]. Conflict-related deaths reached about 238,000. That is 4.2% below the 2024 peak of about 249,000, yet, together with 2024, still higher than in any other year of 2018–2025 [4]. The key indicators are summarized in Table 1.

Table 1 – Key indicators of global security

Indicator	**Baseline value**	**2025**
States with armed conflicts	27 (2018)	49
Interstate armed conflicts	3 (2024)	6
Major conflicts (10,000+ deaths)	4 (2024)	5
High-intensity conflicts (1,000–9,999 deaths)	23 (2024)	20
Conflict-related deaths, thousand	249 (2024)	238
Personnel in multilateral peace operations	152,803 (2016)	78,633

Source: Compiled by the authors based on [1, p. 57; 3; 4]

As Table 1 shows, the number of states with armed conflicts has almost doubled since 2018, while personnel in multilateral peace operations have fallen by almost half since 2016. Human security is also deteriorating. By mid-2025, about 117.3 million people were forcibly displaced; sub-Saharan Africa accounted for more than 45% of all internally displaced persons, and around 167 million Africans faced acute food insecurity [3]. Violations of international humanitarian law are increasing, notably the recruitment of children, sexual violence, starvation as a method of warfare and attacks on medical services [3; 4]. Viktoriia Stamat had already drawn attention to the forced mobilization of children and the use of hunger for military purposes [1, p. 57]. The norm against the acquisition of territory by force is also under severe strain [4].

The second trend is militarization. In 2025, global military expenditure rose for the 11th consecutive year, to $2.9 trillion (2.5% of global GDP), the highest figure in SIPRI data, and European spending grew by 14% [3]. Deliveries of major arms in 2016–2025 were the largest since the Cold War [3].

The third trend is the erosion of the nuclear order and the changing character of warfare. At the start of 2026, nine states possessed about 12,187 nuclear warheads, and all of them continued to modernize their arsenals [5]. Strategic arms control has weakened further: New START expired in February 2026 without a replacement [5]. The non-proliferation regime was dealt a blow in June 2025, when Israel and the United States struck Iranian nuclear facilities during the 12-day war [3]. Researchers Stamat and Zaretska stress that the nuclear threat itself prevents conflicting parties from reaching an agreement [2, p. 355]. They also distinguish asymmetric, hybrid, network-centric, information, cyber and proxy warfare as the main modern forms of war [2, p. 354]; in 2025, artificial intelligence, autonomous systems, drones and cyber operations were used in conflicts on a regular basis [3].

The fourth trend is the weakening of multilateral instruments of peace. The components of a peace process include the disarmament, demobilization and reintegration of former combatants, ceasefire negotiations, peace agreements,

multilateral operations and power-sharing arrangements; yet since the mid-1990s most armed conflicts have been recurrences of earlier ones [1, p. 57]. Traditional methods of settlement, namely negotiation, mediation and arbitration [2, pp. 354–355], are increasingly giving way to quick deals driven by individual leaders, while middle powers such as Qatar, Turkey and the UAE gain more room for manoeuvre [3]. The number of peace operations fell to 58 in 2025, and their personnel declined by almost 49% over ten years, to 78,633 [3]. The UN Security Council faced eight vetoes in 2024, the most since 1986, and in 2025 adopted the fewest resolutions since 1991 [6]. In response, the UN launched the UN80 initiative, which includes a 21% cut in Secretariat posts [7], and prepared a review of peace operations, presented on 26 August 2026 [8].

Conclusions. Global security is moving towards higher levels of conflict, greater militarization and weaker constraints on the use of force, while the resources of the UN are shrinking. Studying international conflicts and the role of international organizations, the UN above all, in settling them [9, p. 53], and seeking solutions at the early stages of a conflict [2, p. 355], remain necessary conditions for preventing catastrophic consequences.

References

1. Stamat, V. M. (2020). Mizhnarodni konflikty yak proiav hlobalnykh nebezpek svitu [International conflicts as a manifestation of global dangers of the world]. In Hlobalni tsili staloho rozvytku – bezpeka svitu, sotsialno-ekonomichni ta ekolohichni proiavy, mozhlyvosti aktyvizatsii partnerstva [Global sustainable development goals: World security, socio-economic and environmental manifestations, opportunities for partnership] (pp. 55–58). Mykolayiv National Agrarian University. URL: http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/8278
2. Stamat, V. M., & Zaretska, A. S. (2024). Spetsyfika mizhnarodnykh konfliktiv ta shliakhy yikh podolannia [The specifics of international conflicts and ways to overcome them]. In Intehratsiia nauky ta praktyky upravlinnia v umovakh sotsiokulturnykh transformatsii: Materialy II Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii, Poltava, 25 kvitnia 2024 r. [Integration of science and management practice under sociocultural transformations: Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference, Poltava, 25 April 2024] (pp. 352–355). Luhansk Taras Shevchenko National University. URL: https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/18473
3. Stockholm International Peace Research Institute. (2026). SIPRI Yearbook 2026: Armaments, disarmament and international security. Summary (Ukrainian ed.). Razumkov Centre. URL: https://www.sipri.org/sites/default/files/2026-10/yb26_summary_ukr.pdf
4. Stockholm International Peace Research Institute. (2026). Armed conflict and conflict management. In SIPRI Yearbook 2026: Armaments, disarmament and international security. SIPRI. URL: https://www.sipri.org/yearbook/2026/02
5. Stockholm International Peace Research Institute. (2026). World nuclear forces. In SIPRI Yearbook 2026: Armaments, disarmament and international security. SIPRI.

URL: https://www.sipri.org/sites/default/files/YB26%2008%20World%20Nuclear%20Forces.pdf
6. Security Council Report. (2026, January). In hindsight: The Security Council in 2025 and the year ahead. Monthly Forecast. URL: https://www.securitycouncilreport.org/monthly-forecast/2026-01/in-hindsight-the-security-council-in-2025-and-the-year-ahead.php
7. UN News. (2026, May). UN80 Initiative: 'Critical new phase' for UN reform effort. URL: https://news.un.org/en/story/2026/05/1167593
8. This week in DPPA: 22–28 August 2026. (2026, August). MineAction.org. URL: https://www.mineaction.org/en/node/136586
9. Stamat, V. M. (Comp.). (2021). Konfliktolohiia i psykholohiia upravlinnia: Metodychni rekomendatsii dlia praktychnykh robit zdobuvachiv vyshchoi osvity stupenia «Mahistr» spetsialnosti 073 «Menedzhment» [Conflict studies and management psychology: Guidelines for practical work of Master's students, specialty 073 "Management"]. Mykolayiv National Agrarian University. URL: https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/10607

Section: Jurisprudence

КРИМІНОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА КІБЕРЗЛОЧИННОСТІ В УМОВАХ ЗБРОЙНОГО КОНФЛІКТУ ТА ЇЇ ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ МЕХАНІЗМІВ ПЕРЕХІДНОГО ПРАВОСУДДЯ

Марієнко Антон Олександрович
кандидат юридичних наук, доцент
Кафедра кримінального права та кримінології
Дніпровський державний університет внутрішніх справ, Україна

Анотація. У статті здійснено кримінологічний аналіз кіберзлочинності в умовах збройного конфлікту в Україні. Розкрито особливості детермінації, латентності та транскордонного характеру кіберправопорушень. Особливу увагу приділено зв'язку кіберзлочинності з гібридними загрозами та можливостям використання кримінологічних знань у механізмах перехідного правосуддя. Обґрунтовано необхідність комплексного підходу до запобігання, що поєднує кримінально-правові, технологічні, віктимологічні та міжнародно-правові інструменти.

Ключові слова: кіберзлочинність, кримінологічна характеристика, збройний конфлікт, перехідне правосуддя, цифрова безпека, запобігання злочинності, латентність, гібридні загрози.

Введення. Цифровізація суспільства відкрила не лише нові можливості для розвитку економіки, державного управління та комунікації, а й створила простір, у якому злочинність набула якісно нових форм. Кіберзлочинність сьогодні є одним із найбільш динамічних і небезпечних явищ сучасної криміногенної обстановки. В умовах збройної агресії Російської Федерації проти України кіберпростір перетворився на поле гібридної війни: атаки на критичну інфраструктуру, поширення дезінформації, викрадення даних, шахрайство з використанням воєнної тематики та спроби підриву довіри до державних інститутів стали звичайною практикою.

Водночас кіберзлочинність має ще один, менш очевидний, але стратегічно важливий вимір. Документування цифрових слідів, фіксація електронних доказів і встановлення осіб, причетних до кібератак, можуть мати значення не лише для поточного кримінального переслідування, а й для майбутніх механізмів перехідного правосуддя. Саме тому кримінологічне осмислення кіберзлочинності в умовах війни потребує виходу за межі традиційного аналізу способів вчинення та запобігання - воно має враховувати перспективу відповідальності, відновлення справедливості та захисту прав потерпілих у постконфліктний період.

Мета та задачі дослідження. Метою дослідження є розкриття кримінологічних особливостей кіберзлочинності в умовах збройного конфлікту та визначення її значення для формування механізмів перехідного правосуддя. Для досягнення мети поставлено такі задачі: охарактеризувати сучасний стан і специфіку кіберзлочинності в Україні; визначити основні детермінанти та особливості особи кіберзлочинця; проаналізувати віктимологічний аспект; обґрунтувати роль кримінологічних знань у процесах документування, притягнення до відповідальності та відновлення прав потерпілих у контексті перехідного правосуддя.

Результати дослідження і їх обговорення. Кіберзлочинність відрізняється від традиційних форм злочинності низкою суттєвих ознак. По-перше, вона має виражений транскордонний характер: правопорушник, потерпілий і технічна інфраструктура атаки можуть перебувати в різних юрисдикціях. По-друге, рівень латентності залишається високим - значна частина інцидентів не потрапляє до офіційної статистики через відсутність повідомлень або складність фіксації. По-третє, способи вчинення постійно еволюціонують: поширюється модель «кіберзлочинність як послуга», коли інструменти атаки можна придбати на тіньових ринках, а анонімність забезпечується VPN, мережею Tor і криптовалютами.

В умовах війни ці особливості набувають додаткового змісту. Кібератаки використовуються не лише для отримання прибутку, а й як інструмент гібридного впливу - порушення роботи енергосистем, банківських сервісів, державних реєстрів, поширення панічних наративів. Це зближує окремі прояви кіберзлочинності з діями, що можуть кваліфікуватися як посягання на національну безпеку або навіть як елементи воєнних злочинів у цифровому просторі.

Кримінологічний портрет кіберзлочинця залишається неоднорідним. Серед осіб, які вчиняють такі правопорушення, зустрічаються як висококваліфіковані фахівці з глибокими технічними знаннями, так і особи з базовою цифровою грамотністю, які використовують готові інструменти. Спільними рисами часто є орієнтація на швидкий незаконний прибуток, готовність до ризику, навички приховування цифрових слідів і здатність адаптуватися до змін технологій. У воєнний час з’являється ще одна група - особи, мотивовані ідеологічно або під впливом пропаганди, які здійснюють атаки на українські ресурси з території інших держав.

Віктимологічний аспект кіберзлочинності також потребує уваги. Потерпілими стають не лише громадяни з низьким рівнем цифрової грамотності, а й підприємства, державні установи та об’єкти критичної інфраструктури. Особливо вразливими залишаються літні люди, діти та підлітки. Водночас у контексті війни з’являється нова категорія потерпілих - особи, чиї персональні дані, фотографії або листування були викрадені та використані для шантажу, дискредитації чи координації атак. Захист таких осіб і відновлення їхніх прав має стати частиною ширших процесів перехідного правосуддя.

Саме тут кримінологія може зробити вагомий внесок. Перехідне правосуддя передбачає не лише притягнення винних до відповідальності, а й встановлення правди, відшкодування шкоди та гарантії неповторення. Документування кібератак, збереження електронних доказів, ідентифікація осіб і структур, які стояли за масовими цифровими посяганнями, створюють інформаційну основу для майбутніх судових і квазісудових процесів. Без системної кримінологічної роботи з цифровими слідами значна частина гібридних злочинів може залишитися без належної правової оцінки.

Запобігання кіберзлочинності в цих умовах має бути багаторівневим. На загальносоціальному рівні - підвищення цифрової грамотності населення та розвиток культури кібергігієни. На спеціально-кримінологічному - зміцнення аналітичних підрозділів, удосконалення процедур фіксації електронних доказів, розвиток міжнародного співробітництва. На індивідуальному - робота з групами ризику та формування стійкості до маніпулятивних технологій. Важливо, щоб ці заходи не обмежувалися лише поточним реагуванням, а закладалися з урахуванням довгострокової перспективи відповідальності та відновлення справедливості.

Висновки. Кіберзлочинність в умовах збройного конфлікту є складним кримінологічним явищем, що поєднує корисливі, ідеологічні та гібридні мотиви. Її транскордонність, висока латентність і швидка зміна способів вчинення вимагають постійного оновлення підходів до запобігання. Водночас накопичення кримінологічних знань про структуру, детермінанти та механізми кіберправопорушень має стратегічне значення для механізмів перехідного правосуддя. Систематичне документування цифрових злочинів, захист електронних доказів і підтримка потерпілих створюють умови для майбутньої відповідальності винних і відновлення прав тих, хто постраждав від цифрової агресії. Лише поєднання оперативного реагування з довгостроковою перспективою справедливості здатне забезпечити ефективну протидію кіберзлочинності як у період війни, так і після її завершення.

Список використаних джерел

1. Конвенція про кіберзлочинність : Конвенція Ради Європи від 23.11.2001. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_575 (дата звернення: 18.10.2026).
2. Кримінальний кодекс України : Кодекс України від 05.04.2001 № 2341-III. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2341-14 (дата звернення: 18.10.2026).
3. 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: 18.10.2026).
4. Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 14 травня 2021 року «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: 18.10.2026).

5. Марієнко А. О. Кримінологічний портрет особи злочинця та його значення при проведенні розслідувань кримінальних правопорушень. Міжнародна та національна безпека: теоретичні і прикладні аспекти : матеріали IX Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Дніпро, 21 берез. 2025 р.). Дніпро : ДДУВС, 2025. Ч. 1. С. 599-601.
6. Продан Т. В. Кримінологічна характеристика кіберзлочинності. Юридичний науковий електронний журнал. 2023. № 3. С. 416-418. DOI: https://doi.org/10.32782/2524-0374/2023-3/96.
7. Іванюк В. І., Нікітін Ю. В. Кримінологічна характеристика та заходи протидії кіберзлочинності в Україні. Кримінально-виконавча система України та її роль у розбудові правової і соціальної держави : матеріали VIII заоч. міжнар. наук.-практ. конф. (м. Чернігів, 26 листоп. 2021 р.). Чернігів, 2021. С. 123-126.
8. Березняк В. С., Марієнко А. О. та ін. Профайлінг в діяльності Національної поліції України : метод. рек. Дніпро : ДДУВС, 2026. 62 с.

PYLYP ORLYK'S CONSTITUTION AS A MONUMENT OF UKRAINIAN LEGAL THOUGHT AND THE FOUNDATIONS OF PARLIAMENTARISM

Melnyk Oleksandra Serhiivna
2nd-year student
Orcid.org/0009-0003-7155-2806
Drobchak Alla Leonidivna
Senior Lecture
Orcid.org/0000-0003-4262-1561
Department of Social, Political and Economic Disciplines
Kryvyi Rih Educational and Scientific Institute of the National University
"Odesa Law Academy", Ukraine

Pylyp Orlyk's Constitution is an outstanding monument of Ukrainian state and legal thought of the early eighteenth century. It was adopted on April 5, 1710, in Bendery, in connection with the election of Pylyp Orlyk as Hetman of the Zaporozhian Host. The document, known as the "Pacts and Constitutions of the Rights and Freedoms of the Zaporozhian Host," consisted of a preamble and 16 articles and established the principles of the organization of power, relations between the Hetman and the Zaporozhian Host, as well as the rights and liberties of various social groups [1].

At the same time, its significance went beyond that of an ordinary normative act, since the Constitution reflected the level of political and legal consciousness of Ukrainian society at that time. One of the main features of the Constitution was its contractual nature. The Hetman, elected by the Zaporozhian Host, assumed the

obligations established by the document, and his activities were to be carried out in accordance with its provisions [2, p. 125]. Therefore, the Hetman's authority was linked to law and certain restrictions, which were intended to prevent its arbitrary and unlimited exercise. For this reason, the Constitution may be regarded as an attempt to legally establish mutual responsibility between the authorities and society.

An analysis of the Constitution demonstrates that the limitation of the Hetman's authority was not an isolated provision but one of the central principles of the proposed system of government. The Hetman was required to consult with the General Officer Staff, colonels, and general councillors on important matters of state. Thus, decision-making was to take into account the position of other representatives of the Zaporozhian Host [3, p. 26].

This provision demonstrates a direct connection between the Constitution and the principles of parliamentarism. If the Hetman's authority was limited by law and by the obligation to take into account the position of representative bodies, there was a need for an institution through which such participation could be exercised. This institution was the General Council, which occupied an important place in the system of government established by the Constitution. The General Council therefore had a representative character. It consisted of the General Officer Staff, colonels, general councillors, representatives of the regiments, and representatives of the Zaporozhian Host of the Lower Dnieper. The Constitution provided for its regular convening three times a year [2, p. 126]. Thus, the participation of representatives of different parts of the Zaporozhian Host in state affairs was not to be occasional but regular and organizationally defined.

Importantly, the General Council was not merely a formal institution but was to participate in resolving significant matters of state life. The Hetman was required to consult with representatives of the officer staff and the Council concerning the security of the Homeland, the common good, and other important matters [2, p. 127]. Consequently, the Constitution established the principle that important state decisions should not depend exclusively on the will of the head of state.

M. Hrushevsky emphasized precisely this significance of these provisions. Studying Pylyp Orlyk's Constitution, he noted that the document was directed against the Hetman's "autocratic power" and contained the "beginnings of a purely parliamentary system" [3, p. 28]. Therefore, according to Hrushevsky, the significance of the Constitution primarily lay in its attempt to replace the Hetman's individual rule with a system in which the authorities were required to take into account the position of representative bodies.

At the same time, Oleksandr Ohloblyn emphasized the collective nature of the Constitution. He regarded it as a collective expression of Ukrainian political thought and the result of discussions among the principal political forces — the Hetman, the officer staff, and the Cossacks. The scholar characterized the proposed model as an elective Hetmanate of a parliamentary type [3, p. 28]. This position is important because it emphasizes that the idea of limiting the Hetman's authority and establishing representative government was not an accidental provision but the result of the political

search of the Ukrainian elite of that period. It is also worth noting that Dmytro Dontsov regarded it as the first Constitution of Ukraine in the modern sense, containing a project for a new state system [3, p. 28].

Oleksandr Kresin defined the significance of the Constitution for the development of representative government and parliamentarism in more specific terms. In his view, Pylyp Orlyk's Constitution was the first Ukrainian constitutional project in which the legal foundations of representative government and parliamentarism were established. The scholar emphasized that the "Pacts" distributed powers among the institutions of the Zaporozhian Host and created the legal preconditions for overcoming the fragmentation of the Ukrainian political and legal process [3, p. 28]. Thus, Kresin considers the Constitution not merely as a document that restricted the Hetman but as an attempt to legally construct a system of interaction between different institutions of government.

Although the positions of M. Hrushevsky, O. Ohloblyn, and O. Kresin were formulated differently, they converge on one important aspect: the Constitution provided for a departure from the unlimited exercise of power by one person and established representative mechanisms for exercising authority. Therefore, the provisions concerning the General Council and the limitations imposed on the Hetman should be understood not as isolated norms but as elements in the formation of the foundations of parliamentarism.

The representative nature of the state system was complemented by other legal mechanisms. The Constitution stipulated that the Hetman could not independently punish persons for actions that he considered offensive to himself. Such cases were to be considered by the General Court [4, p. 208].

Thus, even the Hetman's authority was to be limited by judicial procedure rather than by the personal will of the ruler. This corresponded to the general purpose of the Constitution — to prevent the concentration of all powers in the hands of one person. Restrictions on the Hetman's authority also extended to the financial sphere. A separate official, the General Treasurer, was responsible for managing the state treasury, while the Hetman was prohibited from using state funds as his own. Combined with the activities of the General Council and the General Court, these provisions formed a system of mutual checks in which individual powers were not concentrated exclusively in the hands of the Hetman [2, p. 128].

Another important manifestation of legal thought was the expansion and consolidation of the rights of various groups of the population of Ukraine at that time, including the Cossack officer staff, ordinary Cossacks, Zaporozhians, townspeople, peasants, and other social groups [3, p. 27]. The Constitution provided for the protection of their rights and liberties and the restriction of certain abuses. Therefore, its provisions concerning the organization of power were connected with a broader aspiration to establish a fairer system of social relations. Representative principles were also strengthened through the elective nature of a number of offices. The Constitution provided for the election of the Hetman and certain officers, councillors, and financial officials [3, p. 27]. This demonstrated the spread of the principle of public participation

in the formation of governmental institutions and complemented the system of representation established through the General Council.

At the same time, when assessing the Constitution, it is necessary to take into account that its provisions were not fully implemented in practice. M. Hrushevsky noted that the provisions established by it were not implemented because the authors of the Constitution were unable to establish actual control over Ukraine. However, this circumstance does not diminish the document's historical and legal significance, since it reflected the political views and aspirations of those figures who associated Ukraine's future with the organization of government on legal principles.

It is also important to note that the Constitution combined Ukrainian legal traditions with the European political and legal environment. Its existence in Old Ukrainian and Latin versions reflects both the national foundations of the document and its orientation toward the broader European legal context [5]. Therefore, Pylyp Orlyk's Constitution should be regarded as a result of the development of Ukrainian legal thought, which at the same time was engaged in dialogue with European political ideas.

It can be concluded that Pylyp Orlyk's Constitution is an important monument of Ukrainian legal thought, as it represented an attempt to legally formalize ideas concerning the limits of state power, the rights and liberties of the population, the elective nature and accountability of governmental institutions. Its significance for the development of Ukrainian parliamentarism was primarily manifested in establishing the representative role of the General Council, the regularity of its meetings, the participation of representatives in state decision-making, and the limitation of the Hetman's individual authority. At the same time, these provisions were complemented by judicial, financial, and electoral mechanisms that prevented the concentration of all governmental powers in the hands of one person. Therefore, Pylyp Orlyk's Constitution should not be regarded as a ready-made model of modern parliamentarism but rather as an important historical stage in the formation of the Ukrainian tradition of representative government and the legal limitation of power. It is precisely this combination of ideas that determines its significance as a monument of Ukrainian legal thought and one of the important sources for understanding the historical foundations of Ukrainian parliamentarism.

References

1. Pylyp Orlyk's Constitution – a Symbol of Ancient Traditions of Ukrainian Statehood. Nasha Istoriia. URL: https://www.tsatu.edu.ua/biblioteka/21872/ (accessed September 30, 2026).
2. Zaitsev, O. M., & Polova, A. V. (2025). Pylyp Orlyk's Constitution of 1710: Historical and Legal Aspect. Aktualni Problemy Istoryko-Pravovoi Nauky, No. 2. DOI: https://doi.org/10.32850/sulj.2025.2.21.
3. Taranenko, M. H., & Taranenko, M. M. (2021). Pylyp Orlyk's Constitution of 1710 as a Primary Source for the Development of Constitutionalism in Ukraine. Pravova Derzhava, No. 2 (37). DOI: https://doi.org/10.32837/pyuv.v0i2.867.

4. Osadchyi, Y. H. (2023). Pylyp Orlyk's Constitution: Its Role and Significance in the Formation of Ukrainian Statehood and Legal System. European Perspectives, No. 3, pp. 206–210. DOI: https://doi.org/10.32782/EP.2023.3.28.
5. Constitution of Ukraine: From Pylyp Orlyk to Modern Statehood. State University "Pryazovskyi State Technical University". URL: https://pstu.edu/uk/novyny/konstytucziya-ukrayiny-vid-pylypa-orlyka-do-suchasnoyi-derzhavnosti/ (accessed September 30, 2026).

ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В СУДОВІЙ СИСТЕМІ: МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД, ПЕРСПЕКТИВИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ПРАВОВІ РИЗИКИ В УКРАЇНІ

Кондратов Дмитро
к.ю.н, доцент
Кафедра права
Безкоровайний Юрій
здобувач вищої освіти
Кафедра інформаційно-комунікаційних технологій імені О.О. Зеленського
Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут», Україна

Анотація. У статті досліджуються перспективи та правові межі впровадження систем штучного інтелекту (ШІ) в судову систему України. Проаналізовано три основні міжнародні моделі застосування алгоритмів: предиктивно-аналітичну (США), інституційний фільтр (Бразилія) та систему «розумних судів» (Китай). Визначено, що найбільш релевантною для України є модель сортування справ та пошуку практики. Окреслено ключові конституційні та етичні бар'єри. Доведено, що ШІ повинен використовуватися виключно як допоміжний інструмент для оптимізації рутинних процесів, тоді як функція ухвалення юридично значущих рішень має безальтернативно залишатися за суддею.

Ключові слова: штучний інтелект, судова система, автоматизація правосуддя, правові ризики, міжнародний досвід, LegalTech.

Введення. Надмірне перевантаження суддів виступає давньою проблемою української правової системи, негативні наслідки цього очевидні, оскільки розгляд справ у судах затягується на роки. Саме тому питання цифровізації правосуддя є настільки актуальним та своєчасним. Одним із найбільш перспективних напрямів вирішення цієї проблеми, на наш погляд, є залучення до процесу досудової підготовки справ нейромереж та алгоритмів машинного

навчання. Фахівці у сфері LegalTech неодноразово пропонували радикальні кроки, зокрема автоматизацію розгляду дрібних і безспірних позовів. Такі ініціативи завжди викликають гарячі дискусії в юридичній спільноті: одні вбачають у ШІ ліки від бюрократії, інші ж, навпаки, вважають його загрозою основам правосуддя.

Мета та задачі дослідження. Метою роботи є з'ясування перспектив та меж використання ШІ в українських судах на основі зарубіжного досвіду. Для досягнення мети поставлено такі задачі: 1) проаналізувати ключові закордонні моделі використання ШІ у судочинстві; 2) визначити найбільш адаптивну модель для України; 3) виокремити правові (конституційні, етичні та регуляторні) ризики, пов'язані з алгоритмізацією судового процесу.

Матеріали та методи. Проаналізовано Європейську етичну хартію про використання ШІ в судових системах (CEPEJ, 2018), Регламент (ЄС) 2024/1689 (Artificial Intelligence Act), рішення у справі State v. Loomis, Кодекс суддівської етики (2024) та доповідь судді Верховного Суду Я. О. Берназюка для Національної школи суддів (2025). Застосовано метод порівняльного правознавства для зіставлення зарубіжних моделей цифрового правосуддя та метод правового моделювання для оцінки наслідків їх запровадження в Україні.

Результати дослідження і їх обговорення. У світі склалися три основні моделі використання ШІ в судах, які суттєво відрізняються.

Перша модель, предиктивно-аналітична, яка є найбільш поширеною у США. Сутність цієї моделі полягає у тому, що алгоритми, зокрема COMPAS, оцінюють ризик рецидиву обвинуваченого, а суддя враховує цю оцінку серед інших чинників. Так, у справі State v. Loomis (Wis. 2016) захист стверджував, що неможливість перевірити логіку програми, яка є комерційною таємницею розробника, порушує право на справедливий розгляд. Проте, Верховний суд Вісконсину хоча і визнав ризики непрозорості, але дозволив використання COMPAS при призначенні покарання з жорсткими застереженнями: оцінка ризику не може бути вирішальним фактором, а суд має бути письмово попереджений про обмеження інструмента [4]. Отже, навіть американська практика допускає такі системи лише як допоміжні.

Друга модель, інституційний фільтр, представлена бразильською системою VICTOR. Її розробив Верховний федеральний суд (STF) спільно з Університетом Бразилії. У цій моделі система аналізує надіслані до суду касаційні скарги (recursos extraordinários) і визначає, з якими закріпленими темами загальної значущості (repercussão geral) пов'язана кожна скарга. VICTOR лише сортує скарги, а ухвалення рішень залишається за суддями [6, 7].

Третя модель пов'язана з азійськими «розумними судами». Так, зокрема у Китаї суди застосовують технології на багатьох етапах процесу, від електронного обігу доказів та розпізнавання мови під час засідань до підготовки проєктів процесуальних документів; водночас, за позицією Верховного народного суду, ШІ не може ухвалювати рішення замість судді, а відповідальність за них несе суддя [8].

Постає питання: що ж з цього може підійти Україні? На наш погляд, найприйнятнішою виглядає бразильська модель, де відбувається сортування скарг, класифікація та пошук судової практики, проте навіть для масових безспірних проваджень остаточне рішення має ухвалювати суддя.

Проте, на сьогоднішній день для реалізації цієї ідеї існують серйозні перепони. Перша з них – конституційна, адже за ст. 124 Конституції України правосуддя здійснюють виключно суди, а делегування їхніх функцій не допускається,крім того положення ст. 127 уточнює, що правосуддя здійснюють судді [1]. Комп'ютер не має правосуб'єктності та не може нести відповідальності за помилку. Цю логіку вже відображено на рівні професійної етики, а саме ст. 16 Кодексу суддівської етики (2024) допускає застосування ШІ лише тоді, коли це не стосується оцінки доказів та ухвалення рішень [5].

Друга перепона – європейське регулювання. Так Регламент (ЄС) 2024/1689 відносить до систем високого ризику ШІ, призначений допомагати судовому органу в дослідженні й тлумаченні фактів і права та в застосуванні права до конкретних обставин. Суто допоміжні адміністративні функції, наприклад анонімізація рішень, до цієї категорії не належать. Регламент виходить з того, що ШІ може підтримувати суддю, але не замінювати його, а остаточне рішення залишається за людиною [3]. Аналогічну позицію закріплює принцип «під контролем користувача» в Етичній хартії CEPEJ [2].

Висновки. ШІ є потужним допоміжним інструментом, який може бути використаний у судочинстві, але він не повинен стати замінником судді. Зарубіжний досвід показує, що він є ефективним для вирішення рутинних завдань: сортування позовів, пошуку судової практики, заповнення процесуальних шаблонів. Запровадження таких алгоритмів в українських судах може суттєво зменшити навантаження на суддів, хоча саме по собі проблеми черг не розв'яже. Ідея повної заміни судді алгоритмом суперечить Конституції України і європейським стандартам прав людини. Законодавцю доцільно чітко розмежувати сфери: рутинні операції допускають автоматизацію, а юридично значущі рішення мають залишатися за суддями.

Список використаних джерел

1. Берназюк Я. О. (2025, 5 лютого). Штучний інтелект та правосуддя: механізми забезпечення прозорості та підзвітності. Національна школа суддів України. Режим доступу: https://court.gov.ua/storage/portal/supreme/prezentacii_2024/115_AI_transparency_accountability_bernaziuk.pdf (дата звернення 20.10.2026).
2. CEPEJ. (2018). European Ethical Charter on the Use of Artificial Intelligence in Judicial Systems and their Environment. Council of Europe. Режим доступу: https://rm.coe.int/ethical-charter-en-for-publication-4-december-2018/16808f699c (дата звернення 20.10.2026).
3. 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). (2024). Official Journal of the European Union. Режим доступу: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1689/oj (дата звернення 20.10.2026).
4. State v. Loomis, 881 N.W.2d 749, 2016 WI 68 (Wis. 2016). Режим доступу: https://law.justia.com/cases/wisconsin/supreme-court/2016/2015ap000157-cr.html
5. Кодекс суддівської етики (2024). Затверджено рішенням XX чергового з'їзду суддів України 18.09.2024. Режим доступу: https://court.gov.ua/press/news/1673644 (дата звернення 20.10.2026).
6. Supremo Tribunal Federal (STF). (2018, May 30). Inteligência artificial vai agilizar a tramitação de processos no STF. Notícias STF. Режим доступу: https://noticias.stf.jus.br/postsnoticias/inteligencia-artificial-vai-agilizar-a-tramitacao-de-processos-no-stf/ (дата звернення 20.10.2026).
7. Hartmann Peixoto, F. (2020). Projeto Victor: relato do desenvolvimento da inteligência artificial na repercussão geral do Supremo Tribunal Federal. Revista Brasileira de Inteligência Artificial e Direito.
8. Supreme People's Court of the PRC. (2022, December 8). Opinions on Regulating and Strengthening the Applications of Artificial Intelligence in the Judicial Fields. China Justice Observer. Режим доступу: https://www.chinajusticeobserver.com/law/x/the-supreme-people-s-court-the-opinions-on-regulating-and-strengthening-the-applications-of-artificial-intelligence-in-the-judicial-field-20221208 (дата звернення 20.10.2026).

УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПРАВОВИХ МЕХАНІЗМІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОСТУПУ ДО ПУБЛІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ В ДІЯЛЬНОСТІ ДЕРЖАВНОЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ ІНСПЕКЦІЇ УКРАЇНИ

Хом'як Діана Романівна
здобувач вищої освіти
НА СБ України
Шестаков В.І.
професор КОЗІОД ННІ ІБ СК,
д.т.н., доцент

Забезпечення доступу до публічної інформації є важливою умовою відкритості діяльності органів державної влади та реалізації права громадян на отримання суспільно значущих відомостей. Особливого значення це питання набуває в діяльності Державної екологічної інспекції України, оскільки інформація про стан довкілля, результати державного екологічного контролю та виявлені порушення природоохоронного законодавства становить значний суспільний інтерес. В умовах підвищеної уваги до екологічних наслідків воєнних дій і необхідності посилення громадського контролю важливим завданням є

вдосконалення правових та організаційних процедур, які забезпечують своєчасне, повне й обґрунтоване надання інформації. Це зумовлює потребу в дослідженні наявних механізмів доступу до публічної інформації та визначенні практичних напрямів підвищення їх ефективності в діяльності Держекоінспекції України.

Відкритість діяльності державних органів є однією з основних передумов належного функціонування демократичної держави. Можливість отримувати інформацію про рішення, дії та результати роботи органів публічної влади дає громадянам змогу не лише реалізовувати власні права, а й оцінювати обґрунтованість управлінських рішень, контролювати використання державних ресурсів і брати участь у вирішенні суспільно важливих питань. У цьому контексті доступ до публічної інформації варто розглядати не тільки як окрему адміністративну процедуру, а і як складову системи підзвітності органів державної влади суспільству.

Для Державної екологічної інспекції України забезпечення інформаційної відкритості має специфічні особливості, пов'язані з характером її повноважень. Діяльність цього органу передбачає здійснення державного нагляду (контролю) у сфері охорони навколишнього природного середовища, використання природних ресурсів і дотримання відповідних вимог законодавства. Відповідно, значна частина інформації, якою володіє Інспекція, стосується питань, що безпосередньо впливають на інтереси громадян, територіальних громад, громадських організацій та суб'єктів господарювання. Ідеться, зокрема, про результати перевірок, зафіксовані порушення, заходи реагування, розрахунки завданої довкіллю шкоди та виконання природоохоронних вимог.

Водночас характер такої інформації зумовлює необхідність дотримання чітких правових процедур її надання. Важливо не лише забезпечити доступ до відкритих відомостей, а й не допустити необґрунтованого розголошення інформації, доступ до якої обмежено відповідно до законодавства. Саме тому ефективний механізм інформаційної відкритості має поєднувати доступність суспільно значущих даних, належне документування діяльності установи та правомірне застосування встановлених законом обмежень.

Правову основу забезпечення доступу до публічної інформації становить насамперед Закон України «Про доступ до публічної інформації» [1], який визначає порядок реалізації права на отримання інформації, обов'язки розпорядників, вимоги до оприлюднення відомостей і процедуру розгляду запитів. Важливе значення має також Закон України «Про інформацію» [2], положення якого визначають загальні засади інформаційних відносин, а також Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» [3], що закріплює права громадян на отримання екологічної інформації.

Окреме місце в системі правового регулювання посідає Оргуська конвенція про доступ до інформації, участь громадськості в процесі прийняття рішень та доступ до правосуддя з питань, що стосуються довкілля [6]. Її положення відображають міжнародний підхід, відповідно до якого доступ до екологічної

інформації розглядається як необхідна умова участі громадськості в розв'язанні природоохоронних питань. Для України виконання відповідних зобов'язань має значення не лише з погляду дотримання міжнародних стандартів, а й у контексті розвитку прозорого екологічного управління.

Зазначені нормативні акти формують загальні вимоги до діяльності розпорядників інформації, однак їх практична реалізація залежить від внутрішньої організації роботи конкретної установи. Наявність законодавчо визначених строків і процедур сама по собі не гарантує належного результату, якщо не забезпечено ефективного документообігу, відповідального виконання завдань працівниками та контролю за підготовкою відповідей. Отже, організаційно-правовий механізм доступу до публічної інформації необхідно розглядати як сукупність взаємопов'язаних правових, управлінських, процедурних та інформаційно-захисних заходів.

Одним із базових елементів зазначеного механізму є оприлюднення інформації, що відповідно до законодавства має бути доступною без подання окремого запиту. Закон України «Про доступ до публічної інформації» передбачає обов'язок розпорядників оприлюднювати відомості про свою структуру, повноваження, нормативно-правові засади діяльності, порядок подання запитів, систему обліку інформації та звіти про виконану роботу [1]. Такий підхід спрямований на забезпечення відкритості державних органів і зменшення необхідності звернення громадян за відомостями, які вже перебувають у публічному доступі.

У діяльності Держекоінспекції цей напрям має реалізовуватися з урахуванням змісту інформації, яка становить інтерес для громадськості. Зокрема, доцільно забезпечувати доступність відомостей про основні напрями діяльності Інспекції, результати здійснення державного екологічного контролю, виявлені порушення природоохоронного законодавства, застосовані заходи реагування та результати розгляду звернень громадян [5]. Важливим є також оприлюднення інформації про порядок взаємодії з громадськістю, контактні дані відповідальних підрозділів і способи подання інформаційних запитів.

Водночас формальне розміщення документів на вебсайті не завжди забезпечує реальну доступність інформації. Якщо матеріали систематизовані незрозуміло, містять застарілі відомості або розміщені без належного тематичного структурування, користувачеві складно знайти необхідні дані. З огляду на це, вдосконалення інформаційного оприлюднення має передбачати не лише виконання встановлених законодавством вимог, а й підвищення зручності користування офіційними ресурсами. Практичним рішенням може стати впорядкування інформації за тематичними напрямами, регулярна перевірка актуальності матеріалів і забезпечення доступу до документів за зрозумілими назвами.

Особливої уваги потребує оприлюднення екологічної інформації. Її суспільна значущість зумовлена тим, що відомості про забруднення повітря, водних ресурсів і ґрунтів, стан природних об'єктів та наслідки господарської

діяльності можуть безпосередньо стосуватися безпеки населення. Відповідно до статті 13 Закону України «Про інформацію», інформація про стан довкілля має спеціальний правовий режим, а загальне правило полягає в тому, що вона не може бути віднесена до інформації з обмеженим доступом, за винятком передбачених законом випадків, зокрема щодо місця розташування військових об’єктів [2].

Другим важливим напрямом є організація розгляду запитів на публічну інформацію. Цей процес охоплює приймання та реєстрацію запиту, визначення розпорядника необхідних відомостей, передавання запиту відповідальному виконавцю, пошук документів, перевірку можливих обмежень доступу та підготовку відповіді. На кожному етапі необхідно забезпечити дотримання вимог законодавства, оскільки помилки в організації внутрішньої роботи можуть негативно впливати на своєчасність і повноту надання інформації.

З метою вдосконалення цієї процедури доцільно передбачити внутрішній алгоритм роботи із запитами, який визначатиме послідовність дій, відповідальних виконавців, порядок взаємодії між структурними підрозділами та механізми контролю за дотриманням строків. Такий алгоритм має враховувати специфіку інформації, що перебуває у володінні Інспекції, та забезпечувати можливість оперативного пошуку необхідних документів. Додатково доцільно вести систематизований облік запитів із зазначенням дати надходження, предмета запиту, відповідального виконавця, строку підготовки відповіді та результату розгляду.

Значення має і дотримання строків надання інформації. Законодавство встановлює загальний строк розгляду запиту, а також передбачає спеціальні правила для окремих випадків, зокрема коли запит стосується значного обсягу інформації або потребує пошуку серед великої кількості даних. Тому внутрішній контроль повинен бути спрямований не лише на фіксацію дати надходження запиту, а й на своєчасне виявлення ситуацій, що можуть перешкодити підготовці відповіді у встановлений строк.

Окремою складовою організаційно-правового механізму є контроль за дотриманням вимог законодавства. Він передбачає перевірку своєчасності розгляду запитів, повноти наданих відповідей, обґрунтованості відмов і правильності застосування обмежень доступу. Внутрішній контроль доцільно спрямовувати не лише на виявлення вже допущених порушень, а й на запобігання їх виникненню. Для цього можна періодично аналізувати причини затримок, випадки повторних запитів щодо однакових відомостей і питання, які найчастіше залишаються незрозумілими для громадськості.

Важливою умовою вдосконалення доступу до публічної інформації є також належний захист відомостей, доступ до яких обмежується відповідно до законодавства. У діяльності Держекоінспекції це питання потребує особливо виваженого підходу, оскільки в документах, пов’язаних із проведенням перевірок, розглядом звернень або виконанням окремих службових завдань, можуть міститися різні за правовим статусом відомості. Водночас віднесення

інформації до конфіденційної, таємної або службової не може здійснюватися довільно. Відповідно до Закону України «Про доступ до публічної інформації», обмеження доступу має відповідати встановленим законом критеріям, а рішення про нерозголошення інформації повинно бути належно обґрунтованим [1].

Практичне вдосконалення цього напряму передбачає чітке розмежування відкритих і захищених відомостей, перевірку правових підстав для обмеження доступу та дотримання вимог щодо надання відкритої частини документа, якщо це можливо. Доцільним є також підвищення обізнаності працівників щодо законодавства про доступ до публічної інформації, правил роботи з документами та особливостей надання екологічної інформації. Така підготовка сприятиме зменшенню ризику необґрунтованих відмов, випадкового розголошення захищених даних і неоднакового застосування правових норм у подібних ситуаціях.

З огляду на зазначене, удосконалення організаційно-правових механізмів доступу до публічної інформації доцільно здійснювати за кількома взаємопов'язаними напрямами. Перший передбачає систематичне оновлення матеріалів на офіційних інформаційних ресурсах і поліпшення їх структурування. Другий охоплює впорядкування внутрішніх процедур опрацювання запитів, визначення відповідальних виконавців та посилення контролю за дотриманням строків. Третій стосується вдосконалення практики застосування обмежень доступу та забезпечення належного захисту інформації. Четвертий передбачає періодичне оцінювання результативності роботи з інформаційними запитами, аналіз типових проблем і врахування потреб громадськості під час визначення пріоритетів інформаційного оприлюднення.

Отже, удосконалення організаційно-правових механізмів забезпечення доступу до публічної інформації в діяльності Державної екологічної інспекції України передбачає комплексний підхід, що поєднує дотримання законодавчих вимог, належну організацію роботи із запитами, систематичне оприлюднення екологічної інформації та контроль за правомірністю обмеження доступу. Пріоритетними напрямами є оновлення інформаційних ресурсів, упорядкування внутрішніх процедур, посилення взаємодії між структурними підрозділами й підвищення професійної обізнаності працівників. Практичне впровадження запропонованих заходів сприятиме своєчасному наданню достовірної інформації, зменшенню ризику процедурних порушень і підвищенню прозорості діяльності Інспекції. У підсумку належно організований доступ до публічної інформації має розглядатися не лише як виконання законодавчого обов'язку, а і як важливий інструмент зміцнення довіри суспільства до державного екологічного контролю та забезпечення участі громадян у вирішенні питань охорони довкілля.

Список використаних джерел

1. Про доступ до публічної інформації : Закон України від 13.01.2011 № 2939-VI. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/2939-17 (дата звернення: 22.10.2026).
2. Про інформацію : Закон України від 02.10.1992 № 2657-XII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/2657-12 (дата звернення: 22.10.2026).

3. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 25.06.1991 № 1264-XII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/1264-12 (дата звернення: 22.10.2026).
4. Про захист персональних даних : Закон України від 01.06.2010 № 2297-VI. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/2297-17 (дата звернення: 22.10.2026).
5. Про затвердження Положення про Державну екологічну інспекцію України : постанова Кабінету Міністрів України від 19.04.2017 № 275. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/275-2017-п (дата звернення: 22.10.2026).
6. Конвенція про доступ до інформації, участь громадськості в процесі прийняття рішень та доступ до правосуддя з питань, що стосуються довкілля (Орхуська конвенція) : міжнародний документ від 25.06.1998. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_015 (дата звернення: 22.10.2026).

ПРОБЛЕМИ РОЗГЛЯДУ ЗАПИТІВ НА ПУБЛІЧНУ ІНФОРМАЦІЮ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Гарькава Валерія Юріївна
здобувач вищої освіти
ННІ ІБ СК НА СБ України
Тиводар Б.М.
доцент КУІАЗ ОСД ЦСК ННІ ІБ СК,
Заслужений юрист України

В умовах воєнного стану розгляд запитів на публічну інформацію ускладнюється необхідністю одночасного забезпечення відкритості діяльності органів влади та захисту відомостей, розголошення яких може зашкодити національній безпеці. Особливої уваги потребують дотримання строків надання відповідей, обґрунтованість відмов і недопущення безпідставного обмеження доступу до суспільно важливої інформації. Це зумовлює необхідність дослідження проблем, які виникають під час практичної реалізації права громадян на отримання публічної інформації.

Право на доступ до публічної інформації передбачає можливість кожної особи отримувати відомості, якими володіють органи державної влади, органи місцевого самоврядування та інші визначені законом розпорядники. Одним з основних механізмів реалізації цього права є подання інформаційного запиту. Його призначення полягає в тому, щоб громадяни, представники громадських організацій і журналісти могли отримувати необхідні відомості про діяльність публічних установ, використання бюджетних коштів та ухвалення управлінських рішень.

Правові засади розгляду таких запитів визначені Законом України «Про доступ до публічної інформації». Відповідно до статті 20 цього Закону загальний строк надання відповіді становить не більше п’яти робочих днів із дня отримання

запиту. Для інформації, необхідної для захисту життя чи свободи особи, а також щодо визначених законом надзвичайних подій, передбачено строк до 48 годин за наявності встановлених законом умов. Якщо запит стосується великого обсягу інформації або потребує пошуку серед значної кількості даних, строк може бути продовжений до 20 робочих днів із належним обґрунтуванням і повідомленням запитувача [1].

Під час воєнного стану дотримання цих вимог може ускладнюватися через пошкодження інфраструктури, перебої в роботі інформаційних систем, евакуацію установ, кадрові труднощі та необхідність додаткової перевірки відомостей на предмет можливих загроз безпеці. Водночас організаційні труднощі не повинні автоматично ставати підставою для невиконання законодавчих обов'язків. Розпорядник має оцінювати обставини конкретного запиту та діяти відповідно до передбачених законом процедур.

Однією з проблем є необґрунтована відмова в наданні інформації. Стаття 22 Закону України «Про доступ до публічної інформації» визначає вичерпні законодавчі підстави для відмови, серед яких — відсутність у розпорядника запитуваної інформації за умови, що він не зобов'язаний нею володіти, належність інформації до категорії з обмеженим доступом, а також окремі випадки, пов'язані з неоплатою фактичних витрат на копіювання або друк чи недотриманням установлених вимог до запиту. Відповідь, яка не стосується суті запиту, або просте перенаправлення запитувача до загальнодоступного джерела за визначених законом обставин може розцінюватися як неправомірна відмова [1].

У період воєнного стану особливо важливо розрізняти обґрунтоване обмеження доступу та формальну відмову, спричинену загальними посиланнями на безпекову ситуацію. Сам по собі факт дії воєнного стану не є універсальною підставою для відмови в наданні інформації. Якщо розпорядник вважає, що розголошення певних відомостей може завдати шкоди охоронюваному законом інтересу, він повинен оцінити наявність передбачених законодавством умов обмеження доступу. Такий підхід відображений і в рекомендаціях Уповноваженого Верховної Ради України з прав людини, де наголошується на необхідності продовжувати оприлюднення інформації та надавати відповіді на запити з урахуванням установлених законом обмежень [2].

Ще однією проблемою є порушення строків розгляду запитів або ненадання відповіді взагалі. Несвоєчасне отримання інформації може знижувати ефективність громадського контролю, ускладнювати журналістські розслідування та перешкоджати своєчасному з'ясуванню питань, що становлять суспільний інтерес. Тому органам влади доцільно забезпечувати належну організацію роботи з інформаційними запитами: визначати відповідальних працівників, реєструвати запити, контролювати строки їх виконання та забезпечувати належну передачу запитів у разі зміни організаційної структури або місця роботи установи.

Окремого розгляду потребує відстрочка в задоволенні запиту. Відповідно до статті 22 Закону вона допускається, якщо запитувану інформацію неможливо надати в установлений строк унаслідок обставин непереборної сили. Рішення про відстрочку повинно бути оформлене письмово, містити причини, строк надання інформації та роз'яснення порядку оскарження. Отже, відстрочка не може використовуватися як універсальний спосіб уникнення відповіді або як заміна належного обґрунтування відмови [1].

Для узагальнення основних проблем розгляду запитів та можливих шляхів їх подолання пропонуємо таку таблицю 1.

Таблиця 1 − Основні проблеми розгляду запитів на публічну інформацію в умовах воєнного стану та шляхи їх вирішення*

Проблема	Прояв у діяльності розпорядників	Можливі шляхи вирішення
Порушення строків розгляду	Несвоєчасне надання відповіді або відсутність повідомлення про продовження строку	Контроль строків, реєстрація запитів і визначення відповідальних працівників
Необґрунтовані відмови	Загальні посилання на воєнний стан без належного обґрунтування	Перевірка наявності законних підстав та мотивування кожного рішення
Надмірне обмеження доступу	Віднесення до закритої інформації відомостей, які не відповідають установленим законом критеріям	Індивідуальна оцінка запитуваних відомостей і застосування трискладового тесту
Неправомірне використання відстрочки	Відкладення відповіді без належного підтвердження обставин непереборної сили	Дотримання вимог статті 22 Закону та письмове повідомлення запитувача
Недостатня обізнаність працівників	Помилки в оформленні відповідей, відмов і повідомлень про продовження строку	Навчання відповідальних працівників і використання внутрішніх алгоритмів опрацювання запитів

* складено автором на основі [1; 2].

Наведене узагальнення свідчить, що значна частина можливих труднощів пов'язана не лише зі змістом законодавства, а й з організацією його практичного виконання. Запровадження внутрішнього контролю за строками, належне документування рішень і підвищення кваліфікації працівників можуть сприяти зменшенню кількості процедурних порушень. Водночас удосконалення роботи розпорядників має враховувати специфіку воєнного часу, зокрема потребу захищати інформацію, розголошення якої може створювати конкретні ризики для держави або громадян.

Важливим елементом забезпечення права на інформацію є можливість оскарження рішень, дій або бездіяльності розпорядників. Згідно зі статтею 23 Закону України «Про доступ до публічної інформації» запитувач може оскаржити відмову, відстрочку, ненадання відповіді, надання недостовірної чи неповної інформації, а також несвоєчасне її надання. Оскарження можливе

керівнику відповідного розпорядника, до вищого органу, Уповноваженому Верховної Ради України з прав людини або до суду [1; 3].

Наявність таких механізмів має не лише відновлювальне, а й превентивне значення. Усвідомлення відповідальності за неправомірні рішення стимулює розпорядників ретельніше перевіряти підстави обмеження доступу та дотримуватися встановлених процедур. Для підвищення ефективності захисту інформаційних прав доцільно також забезпечувати зрозуміле інформування запитувачів про порядок подання скарг, строки їх розгляду та органи, уповноважені перевіряти правомірність дій розпорядників.

Таким чином, належний розгляд запитів на публічну інформацію в умовах воєнного стану потребує поєднання правової обґрунтованості, організаційної дисципліни та відповідального ставлення до інформаційних прав громадян. Важливо, щоб безпекові потреби враховувалися без невиправданого звуження доступу до суспільно важливих відомостей.

Отже, основними проблемами розгляду запитів на публічну інформацію в умовах воєнного стану є ризик порушення строків, необґрунтовані відмови, надмірне обмеження доступу та неналежне оформлення відповідей. Їх подолання потребує посилення внутрішнього контролю, підвищення кваліфікації працівників і дотримання визначених законом процедур. Водночас ефективний механізм оскарження рішень розпорядників залишається важливою гарантією реалізації права громадян на інформацію навіть за умов підвищених безпекових ризиків.

Список використаних джерел

1. Про доступ до публічної інформації : Закон України від 13.01.2011 № 2939-VI. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2939-17#Text (дата звернення: 23.10.2026).
2. Уповноважений Верховної Ради України з прав людини. Рекомендації щодо забезпечення права на доступ до публічної інформації. URL: https://ombudsman.gov.ua/storage/app/media/uploaded-files/рекомендації%20Уповноваженого.pdf (дата звернення: 23.10.2026).
3. Уповноважений Верховної Ради України з прав людини. Право на інформацію в умовах воєнного стану. URL: https://www.ombudsman.gov.ua/uk/voyennij-stan/pravo-na-zvernennya-ta-informaciyu/pravo-na-informaciyu (дата звернення: 23.10.2026).
4. Кабінет Міністрів України. Право на доступ до публічної інформації. URL: https://www.kmu.gov.ua/gromadskosti/dostup-do-publichnoyi-informaciyi/prava-gromadyan-na-dostup-do-publichnoyi-informaciyi (дата звернення: 23.10.2026).

ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПРАВОВІ МЕХАНІЗМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОСТУПУ ДО ПУБЛІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ В ДІЯЛЬНОСТІ ДЕРЖАВНОЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ ІНСПЕКЦІЇ УКРАЇНИ

Хом'як Діана Романівна
здобувач вищої освіти
НА СБ України
Шестаков В.І.
професор КОЗІОД ННІ ІБ СК,
д.т.н., доцент

Забезпечення доступу до публічної інформації є однією з необхідних умов відкритості державного управління, реалізації прав громадян і здійснення громадського контролю за діяльністю органів влади. Особливого значення це питання набуває у сфері охорони навколишнього природного середовища, оскільки інформація про стан довкілля, результати державного екологічного нагляду, виявлені порушення та заходи реагування безпосередньо стосується суспільних інтересів. У цьому контексті важливу роль відіграє Державна екологічна інспекція України, діяльність якої спрямована на реалізацію державної політики у сфері охорони довкілля та використання природних ресурсів.

Правові засади доступу до публічної інформації в Україні визначаються насамперед Законом України «Про доступ до публічної інформації». Відповідно до його положень, публічна інформація − це відображена та задокументована будь-якими засобами й на будь-яких носіях інформація, яка була отримана або створена в процесі виконання суб'єктами владних повноважень своїх обов'язків або перебуває в їхньому володінні [2]. Для Держекоінспекції це означає необхідність забезпечувати доступ до документів та інших відомостей, що стосуються виконання її функцій, зокрема інформації про діяльність органу, результати здійснення наглядових заходів, офіційні рішення та звітність у межах, установлених законодавством.

Специфіка діяльності Держекоінспекції полягає в тому, що її інформаційна відкритість пов'язана з реалізацією контрольних повноважень у природоохоронній сфері. Положення про Державну екологічну інспекцію України, затверджене постановою Кабінету Міністрів України від 19 квітня 2017 року № 275, визначає її статус, основні завдання та повноваження [1]. Відповідно, організація доступу до інформації має враховувати як загальні вимоги законодавства, так і зміст конкретних напрямів діяльності Інспекції. Зокрема, оприлюднення результатів роботи сприяє інформуванню суспільства про стан державного екологічного нагляду, тоді як належне опрацювання індивідуальних запитів дає змогу отримувати відомості, які не були розміщені у відкритому доступі.

Одним із ключових організаційних механізмів є попереднє оприлюднення публічної інформації. Його призначення полягає в тому, щоб забезпечити громадянам можливість самостійно отримувати суспільно важливі відомості без необхідності щоразу подавати окремий запит. Для Держекоінспекції це може охоплювати інформацію про структуру та повноваження органу, нормативно-правові акти, плани роботи, звіти, контактні дані, а також інші відомості, оприлюднення яких передбачене законодавством. Відповідні інформаційні ресурси мають бути доступними, зрозумілими та систематично оновлюватися.

Другим важливим напрямом є організація розгляду запитів на публічну інформацію. Законодавство передбачає визначені вимоги до подання запиту, строків і порядку надання відповіді, а також підстав для відмови чи відстрочки в задоволенні запиту [2]. На рівні установи це потребує належного приймання та реєстрації звернень, визначення структурного підрозділу або посадової особи, відповідальної за координацію їх розгляду, своєчасного пошуку запитуваних документів і перевірки правомірності надання інформації. Якщо запитувані відомості перебувають у володінні іншого розпорядника, необхідно діяти відповідно до встановлених законом правил пересилання запиту та повідомлення запитувача.

Значущим є також розмежування запитів на публічну інформацію та звернень громадян. Ці процедури мають різне правове призначення: запит стосується надання вже наявної задокументованої інформації, тоді як звернення може містити пропозицію, заяву, клопотання або скаргу, що потребує розгляду по суті. Неправильне визначення виду документа може призвести до застосування неналежної процедури й порушення прав заявника. Тому працівники, які здійснюють первинне опрацювання кореспонденції, повинні чітко розрізняти ці форми комунікації та спрямовувати документи за належністю.

Забезпечення доступу до публічної інформації в діяльності Держекоінспекції ґрунтується на взаємодії кількох складових. Нормативно-правовий механізм визначає законодавчі підстави та межі доступу до інформації, інформаційне оприлюднення передбачає розміщення необхідних відомостей на офіційних ресурсах, а організаційно-процедурний механізм охоплює реєстрацію запитів, пошук документів і підготовку відповідей.

Окремої уваги потребує питання обмеження доступу до інформації. У діяльності органів екологічного нагляду можуть оброблятися документи, що містять персональні дані, інформацію про безпеку об’єктів або інші відомості, правовий режим яких потребує окремої оцінки. Проте належність документа до внутрішнього документообігу установи чи наявність у ньому окремих чутливих відомостей не є автоматичною підставою для відмови в доступі до всього документа. Обмеження має застосовуватися відповідно до вимог законодавства, зокрема з урахуванням установленого законом трискладового тесту. Якщо обмеженню підлягає лише частина документа, необхідно оцінити можливість надати решту інформації після вилучення відомостей, доступ до яких правомірно обмежений [2].

Для екологічної сфери особливе значення має Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища», який закріплює засади інформаційного забезпечення та права громадян у сфері охорони довкілля [3]. Екологічна інформація становить суспільний інтерес, оскільки може стосуватися впливу господарської діяльності на навколишнє середовище, стану природних ресурсів і наслідків екологічних порушень. Відповідно, рішення про обмеження доступу до таких відомостей повинні бути особливо обґрунтованими та прийматися з урахуванням спеціальних законодавчих гарантій доступу до екологічної інформації.

Перспективним напрямом удосконалення механізму є посилення внутрішнього контролю за опрацюванням запитів і актуальністю оприлюднених матеріалів. Доцільно забезпечувати систематичний перегляд інформаційних сторінок, уніфікувати підходи до реєстрації запитів, визначити зрозумілий порядок взаємодії між структурними підрозділами та узагальнювати типові помилки під час підготовки відповідей. Додаткового значення набуває підвищення правової обізнаності працівників, адже правильне застосування законодавства залежить не лише від наявності внутрішніх процедур, а й від розуміння посадовими особами різниці між відкритою інформацією та інформацією з обмеженим доступом.

Отже, забезпечення доступу до публічної інформації в діяльності Державної екологічної інспекції України потребує комплексного поєднання правового регулювання, належної організації документообігу, своєчасного оприлюднення відомостей, ефективного розгляду запитів і контролю за дотриманням установлених процедур. Специфіка екологічного нагляду зумовлює необхідність особливої уваги до відкритості суспільно важливої інформації про стан довкілля та результати діяльності Інспекції. Водночас обмеження доступу повинні застосовуватися виключно на законних підставах і з належним обґрунтуванням. Удосконалення внутрішньої взаємодії між структурними підрозділами, регулярне оновлення оприлюднених матеріалів і підвищення професійної компетентності працівників сприятимуть більш ефективній реалізації права на доступ до публічної інформації, посиленню прозорості державного управління та довіри громадськості до діяльності Держекоінспекції.

Список використаних джерел

1. Про затвердження Положення про Державну екологічну інспекцію України : постанова Кабінету Міністрів України від 19.04.2017 № 275. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/275-2017-п#Text (дата звернення: 15.10.2026).
2. Про доступ до публічної інформації : Закон України від 13.01.2011 № 2939-VI. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2939-17#Text (дата звернення: 16.10.2026).
3. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 25.06.1991 № 1264-XII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text (дата звернення: 18.10.2026).

ОКРЕМІ ПРОБЛЕМИ ДОТРИМАННЯ АДВОКАТСЬКОЇ ТАЄМНИЦІ

Єрмак Олександра Володимирівна
здобувачка вищої освіти магістерського рівня
Навчально-науковий інститут інформаційної безпеки та стратегічних комунікацій Національної академії Служби безпеки України, Україна

На сучасному етапі здійснення адвокатської діяльності виникають обставини, які зумовлюють певні труднощі в реалізації адвокатами покладених на них професійних обов'язків, визначених Законом України «Про адвокатуру та адвокатську діяльність» та Правилами адвокатської етики.

Показовим прикладом зазначеної проблематики є ситуації, пов'язані із залученням адвоката як захисника підозрюваного або обвинуваченого у кримінальному провадженні для участі в окремій процесуальній дії, зокрема під час розгляду питання про застосування запобіжного заходу або продовження строку його дії.

Слідчий, прокурор, слідчий суддя чи суд залучають захисника для проведення окремої процесуальної дії в порядку, передбаченому статтею 49 цього Кодексу, виключно у невідкладних випадках, коли є потреба у проведенні невідкладної процесуальної дії за участю захисника, а завчасно повідомлений захисник не може прибути для участі у проведенні процесуальної дії чи забезпечити участь іншого захисника або якщо підозрюваний, обвинувачений виявив бажання, але ще не встиг залучити захисника або прибуття обраного захисника неможливе. Захисник як до процесуальної дії, так і після неї має право зустрічатися з підозрюваним, обвинуваченим для підготовки до проведення процесуальної дії або обговорення її результатів [1].

У судовій практиці непоодинокими є випадки зловживання захисниками своїми процесуальними правами, що проявляється у їх неявці в судові засідання, призначені для розгляду клопотань сторони обвинувачення про застосування запобіжного заходу або продовження строку його дії. Особливого значення такі ситуації набувають у кримінальних провадженнях, у яких участь захисника є обов'язковою, або коли підозрюваний чи обвинувачений наполягає на розгляді відповідного клопотання виключно за участю захисника. Така процесуальна поведінка може бути спрямована на затягування судового розгляду з метою спливу строку тримання під вартою та подальшого звільнення підозрюваного або обвинуваченого, що фактично може становити елемент обраної тактики захисту. З метою забезпечення своєчасного розгляду відповідних клопотань та реалізації права особи на захист суди у таких випадках залучають захисників для проведення окремої процесуальної дії.

Залучений захисник перед судовим засіданням зобов'язаний здійснити певні дії, передбачені законодавством.

Адвокат, залучений до участі в окремій процесуальній дії, повинен невідкладно після отримання доручення вжити всіх можливих заходів щодо з'ясування, який саме адвокат (адвокати) представляє інтереси клієнта у цій справі, негайно зв'язатися з цим адвокатом (адвокатами), з'ясувати причини його (їх) відсутності, а також особливості позиції надання професійної правничої (правової) допомоги адвокатом (адвокатами) у цій справі.

Адвокат під час участі в окремій процесуальній дії не має права відступати від позиції клієнта та основного адвоката (адвокатів) у цій справі [3].

Конфіденційність є одним з ключових принципів адвокатської діяльності.

Адвокатською таємницею є будь-яка інформація, що стала відома адвокату, помічнику адвоката, стажисту адвоката, особі, яка перебуває у трудових відносинах з адвокатом, про клієнта, а також питання, з яких клієнт (особа, якій відмовлено в укладенні договору про надання правничої допомоги з передбачених цим Законом підстав) звертався до адвоката, адвокатського бюро, адвокатського об’єднання, зміст порад, консультацій, роз’яснень адвоката, складені ним документи, інформація, що зберігається на електронних носіях, та інші документи і відомості, одержані адвокатом під час здійснення адвокатської діяльності [2].

Дотримання принципу конфіденційності є необхідною і щонайважливішою передумовою довірчих відносин між адвокатом і клієнтом, без яких є неможливим належне надання професійної правничої (правової) допомоги, здійснення захисту та представництва [3].

Адвокатською таємницею є зокрема зміст будь-якого спілкування адвоката з клієнтом.

Таким чином, у процесі виконання свої обов’язків та спілкування з підозрюваним або обвинуваченим, який перебуває під вартою, чи з адвокатом, який здійснює його захист на підставі договору про надання правничої допомоги, захиснику, залученому для проведення окремої процесуальної дії, може стати відомо, що неявка основного захисника є складовою обраної тактики захисту, спрямованої на звільнення особи з-під варти. Відтак залучений захисник отримує відомості щодо стратегії захисту, які за своїм змістом становлять адвокатську таємницю.

Адвокат зобов'язаний відмовитися від здійснення захисту за дорученням органу (установи), уповноваженого законом на надання безоплатної правової допомоги, або в разі залучення захисника для проведення окремої процесуальної дії, в порядку, передбаченому чинним кримінальним процесуальним законодавством, а також законодавством про надання безоплатної правової допомоги у випадку, коли прийняття доручення або залучення для проведення окремої процесуальної дії через конкретні об'єктивні причини може потягнути порушення прав і законних інтересів цієї особи чи зашкодити її позиції захисту [3].

З огляду на зазначені положення Правил адвокатської етики, залучений захисник зобов’язаний відмовитися від здійснення захисту особи, оскільки його

подальша участь у кримінальному провадженні може суперечити обраній клієнтом позиції захисту та негативно вплинути на її реалізацію.

Водночас залучений захисник позбавлений можливості повідомити суду справжні причини такої відмови, оскільки відповідні відомості становлять адвокатську таємницю та не підлягають розголошенню без згоди клієнта.

З огляду на викладене, участь адвоката, залученого для проведення окремої процесуальної дії, у судовому засіданні та подальше здійснення ним захисту за таких обставин може призвести до порушення Правил адвокатської етики. Водночас відмова адвоката від здійснення захисту без розкриття її причин, зумовлена необхідністю збереження адвокатської таємниці, може стати підставою для звернення суду з відповідною скаргою щодо його поведінки. Таким чином, залучений захисник фактично опиняється у ситуації правової невизначеності, за якої незалежно від обраного ним варіанта поведінки виникає ризик порушення професійних обов'язків або притягнення до дисциплінарної відповідальності. Водночас зазначена ситуація створює перешкоди для своєчасного розгляду судом клопотань про застосування або продовження строку дії запобіжного заходу, що свідчить про наявність проблеми узгодження процесуальних обов'язків захисника з гарантіями збереження адвокатської таємниці.

Список використаних джерел

1. Кримінальний процесуальний кодекс України : Кодекс України від 13.04.2012 № 4651-VI : станом на 14 жовт. 2026 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4651-17#Text (дата звернення: 24.10.2026).
2. Про адвокатуру та адвокатську діяльність : Закон України від 05.07.2012 № 5076-VI : станом на 10 верес. 2025 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5076-17#Text (дата звернення: 24.10.2026).
3. Правила адвокатської етики : З'ЇЗД АДВОКАТІВ УКРАЇНИ від 09.06.2017 : станом на 15 лют. 2019 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/n0001891-17#Text.

Section: Management, Public Administration and Administration

MANAGEMENT AND TECHNOLOGIES IN MODERN ENERGY

Kharin Serhii
Professor
Department of Management
Dnipro University of Technology, Ukraine

The challenge of supplying humanity with energy is currently one of the most pressing issues in the modern economy. This problem has many interconnected facets. A great deal of energy is consumed in the industrial sector – particularly in traditional industries such as mining, metallurgy, and chemical manufacturing. Significant amounts of energy, for instance, are required for the production of aluminum, a vital metal. Furthermore, substantial quantities of various forms of energy are used in transportation and public utilities, sectors directly linked to the everyday needs of the general population.

Providing all of humanity with access to energy is a key aspect of achieving the UN Sustainable Development Goals. In document [1], the UN provides an analysis of energy accessibility worldwide: “Goal 7 is about ensuring access to clean and affordable energy, which is key to powering agriculture, business, communications, education, healthcare, and transportation. While the world continues to make progress toward sustainable energy targets, we are not moving fast enough. Between 2015 and 2024, the share of the global population with electricity grew from 87% to 92%. Still, 655 million people remained without power in 2024. At our current pace, an estimated 645 million people will still lack electricity by 2030, and 1.8 billion will continue to rely on polluting fuels and technologies for cooking. Although our daily lives depend on reliable energy, our current consumption patterns are the primary driver of climate change, accounting for two-thirds of global greenhouse gas emissions.”

As the cited document indicates, the UN attaches great importance to energy supply, noting its role in the economy – particularly in agriculture, in feeding a rapidly growing global population, and in supporting modern forms of communication. In this context, various modes of transport play a special role, most notably electric vehicles – a highly significant and promising means of transportation. It is likely that, over the next 15-20 years, electric vehicles will be capable of largely replacing cars powered by internal combustion engines.

The UN, in noting the level of energy accessibility across various regions of the globe, points out, among other things, the following [2]:

- Between 2015 and 2024, the share of the global population with access to electricity rose from 87% to 92%, while access to clean cooking fuels and technologies

increased by 11%, reaching 75% – a sign of significant progress toward climate-neutral energy. A challenge to further advancement remains the insufficient energy supply in African countries.

- The use of renewable energy sources is expanding, particularly in the generation of electricity from solar and wind power. While renewable energy is increasingly being applied to heating and transport, progress in these areas remains inadequate, necessitating more vigorous and consistent action.

- In 2023, the share of renewable energy sources in global energy consumption reached 18%, with the figure exceeding 30% within the electricity sector.

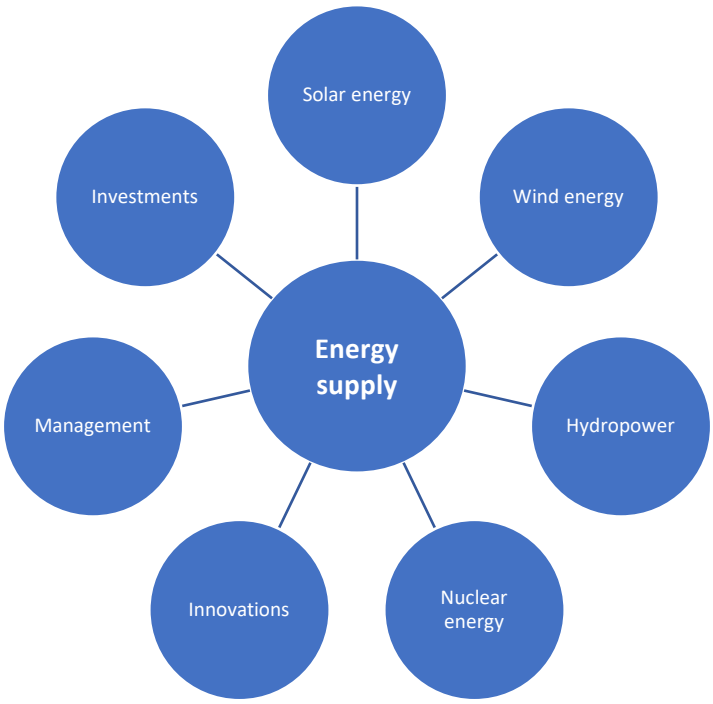


Fig. 1. Directions and measures for climate-neutral development
Source: created by the authors

An analysis of energy supply trends shows that while the production of energy – including climate-neutral energy – is increasing, it remains insufficient to meet global climate and development goals. In this context, the following measures appear necessary (Fig. 1):

- the development of solar energy, which holds promise for all regions of the planet and could be particularly beneficial for developing countries, especially in Africa;

- the development of wind energy, particularly in areas with strong wind resources – such as Northern Europe – including the deployment of offshore wind power;

- the development of hydropower, specifically in regions where additional resources can still be harnessed (though much of this potential has already been tapped);

- the use of nuclear energy; it is worth noting that there is a global shift in perspective regarding this energy source – a trend that could be described as a "nuclear renaissance" – which appears to be a sound development that should be pursued further.

The challenge of ensuring energy supply and accessibility across different geographic regions can, it seems, be successfully addressed by fully leveraging modern climate-neutral energy technologies, alongside effective management that facilitates large-scale investment, drives necessary innovation, and ensures the successful execution of energy development projects. Consistent and vigorous action in managing processes is required here; the modern global economy demands a high level of managerial dynamism.

References

1. United Nations (2026). Goal 7: Affordable and Clean Energy, available at: https://www.un.org/sustainabledevelopment/energy/
2. United Nations (2026). The Sustainable Development Goals Report 2026, available at: https://unstats.un.org/sdgs/report/2026/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2026.pdf

ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ДОСВІД ПУБЛІЧНОГО УПРАВЛІННЯ РЕАБІЛІТАЦІЄЮ ТА РЕІНТЕГРАЦІЄЮ ПОРАНЕНИХ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ

Петреченко Світлана
к. ю. н., доцент
Кафедра психології та соціальної роботи
Хмельницький інститут соціальних
технологій Університету «Україна»

Анотація. У статті досліджено зарубіжний досвід публічного управління реабілітацією та реінтеграцією поранених військовослужбовців на прикладі країн-членів НАТО (США, ФРН) та Австралії. Проаналізовано сучасні підходи до медико-психологічного відновлення, зокрема модель подолання бойового стресу «7 Cs» та механізми соціально-професійної адаптації ветеранів через міжвідомчу координацію, державні гарантії працевлаштування і пільгове медико-соціальне забезпечення. Визначено перспективні напрями адаптації міжнародних стандартів у вітчизняну систему публічного управління.

Ключові слова: публічне управління, реабілітація військовослужбовців, реінтеграція ветеранів, бойовий стрес, зарубіжний досвід, соціальний захист.

Вступ. Повномасштабна збройна агресія проти України обумовила критичну потребу в розбудові ефективної, доступної та якісної системи медико-психологічної реабілітації й соціально-професійної реінтеграції поранених

військовослужбовців. Традиційні вітчизняні механізми характеризуються нормативною декларативністю та низьким рівнем міжвідомчої координації. Тому актуальності набуває аналіз передового досвіду країн-членів НАТО та інших провідних держав для імплементації їхніх кращих практик у вітчизняну систему публічного управління.

Метою дослідження є аналіз європейського та світового досвіду публічного управління реабілітацією та реінтеграцією поранених військовослужбовців і визначення шляхів його адаптації у вітчизняну практику.

Для досягнення мети визначено такі **завдання**:

1) дослідити особливості організації медико-психологічної реабілітації в країнах-членах НАТО на прикладі моделі подолання бойового стресу Армії США «7 Cs»;

2) проаналізувати європейські механізми публічного управління соціально-професійною адаптацією та матеріальним забезпеченням ветеранів (досвід ФРН та США);

3) сформулювати рекомендації щодо вдосконалення української системи публічного управління в цій сфері.

Результати дослідження і їх обговорення. Досліджуючи особливості організації медико-психологічної реабілітації у країнах-членах та партнерах НАТО, науковці А. Швець, О. Горішна, А. Кіх, Г. Іванцова, О. Горшків та О. Річка виокремлюють високу ефективність застосування семиетапного комплексу допомоги при бойовому стресі Армії США «7 Cs» [1, с. 29]. Зазначена модель детально систематизується за двома основними напрямами:

– перша допомога (екстрена стабілізація) передбачає первинну оцінку стану й спостереження (Check), координацію звернення за кваліфікованою допомогою (Coordinate), негайне укриття та усунення впливу стресора (Cover), заспокоєння й стабілізацію емоційного стану (Calm);

– реабілітація (подальше відновлення) спрямована на відновлення соціальних контактів і підтримки з боку оточення (Connect), підтримання та розвиток професійних навичок (Competence), повернення впевненості у власних силах (Confidence).

Впровадження алгоритму дозволяє забезпечити безперервність психофізіологічного відновлення та прискорити реінтеграцію військовослужбовців до виконання службово-бойових завдань або цивільного життя.

Аналіз зарубіжного досвіду публічного управління соціально-професійною адаптацією військовослужбовців засвідчує, що ефективна реінтеграція та реабілітація ветеранів базуються на синергії міжвідомчої координації, гарантованої працевлаштованості та гнучкого медичного забезпечення.

У Німеччині системний підхід до переходу військових до цивільного життя передбачає надання державних гарантій щодо призначення на посади в органах публічної адміністрації або структурі Бундесверу та виплату доплати до заробітної плати упродовж 10 років після звільнення для збереження досягнутого

рівня матеріального забезпечення. У країнах-членах НАТО (в США) публічне управління медичною реабілітацією реалізується через міжгалузеву інтеграцію. До 30% обсягу медико-соціальних послуг надається цивільними закладами охорони здоров'я на контрактній основі за рахунок оборонного бюджету. Європейська та північноатлантична практики передбачають залучення інституцій Міністерства у справах ветеранів та органів місцевого самоврядування до комплексної реінтеграції сімей військовослужбовців через механізми позачергового працевлаштування та надання освітніх субсидій [2, с. 139].

Досвід Австралії засвідчує ефективність побудови спеціалізованої системи публічного управління компенсаціями та реабілітацією військовослужбовців на основі окремого законодавчого акта – Закону про реабілітацію та компенсацію військовим [3, с. 39]. Модель поєднує уніфікований підхід до відшкодування травм, отриманих під час служби, із всебічною підтримкою ветеранів та їхніх родин. Основними елементами австралійської системи реінтеграції є:

- підвищений рівень пенсійного забезпечення (16,4%, що перевищує загальнонаціональний показник);
- цільова житлова підтримка (пільгові кредити та компенсація оренди);
- повністю компенсоване медико-стоматологічне обслуговування для військовослужбовця і його сім'ї;
- безоплатне здобуття освіти та перекваліфікація [3, с. 39].

Обговорення зарубіжних моделей показує, що провідні країни відходять від медичної моделі реабілітації на користь комплексної соціально-економічної адаптації, де основну роль відіграє публічне управління міжвідомчими зв'язками.

Висновки. Дослідження зарубіжної практики доводить, що публічне управління реабілітацією та реінтеграцією поранених військовослужбовців має спиратися на міжгалузеву кооперацію державних і цивільних інституцій, безперервність психологічного супроводу (модель «7 Cs») та створення прямих соціально-економічних і професійних преференцій. Для України необхідна трансформація публічної політики від декларативного законодавчого забезпечення до створення інституційно гарантованих, якісних і доступних механізмів адаптації поранених бійців.

Список використаних джерел

1. Shvets, A. V., Horishna, O. V., Kikh, A. Y., Ivantzova, G. V., Gorshkov, O. O., & Richka, O. V. (2021). Osoblyvosti mekhanizmiv ta orhanizatsii medyko-psykholohichnoi reabilitatsii viiskovosluzhbovtsiv v krainakh-chlenakh ta partnerakh NATO [Features of the organization of medical and psychological rehabilitation of servicemen in NATO member countries and partners]. Ukrainian Journal of Military Medicine, 2(4), 26–39. https://ujmm.org.ua/index.php/journal/article/view/224/150.
2. Marko, I. Yu., Marko, Ye. I., & Chernyshova, I. M. (2019). Zarubizhnyi dosvid zabezpechennia sotsialnykh harantii viiskovosluzhbovtsiv [Foreign experience of

social guarantees for servicemen]. Zbirnyk naukovykh prats Tsentru voyenno-stratehichnykh doslidzhen NUOU imeni Ivana Cherniakhovskoho, (2), 135–142. https://znp-cvsd.nuou.org.ua/article/view/195500/195901.
3. Podorozhnii, Y. (2025). Foreign experience of social protection of servicemen. Actual Problems of Innovative Economy and Law, (2), 37–40. https://doi.org/10.36887/2524-0455-2025-2-8.

MODERNIZATION OF THE EDUCATIONAL SPACE BASED ON THE PRINCIPLES OF INCLUSION AND ACCESSIBILITY

Lashuk Oksana
Ph.D., Associate Professor
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-6910-5674
Paniotova Yelyzaveta
Student
Department of Management and Administration
Chernihiv Polytechnic National University, Ukraine

The modern development of the education system involves not only ensuring human access to educational services, but also creating an educational space in which each participant in the educational process has real opportunities for learning, development, self-realization and social interaction. In this context, the modernization of the educational space on the principles of inclusion and accessibility is of particular importance.

An inclusive educational space should be considered as a comprehensive environment that takes into account the diverse needs of education seekers, regardless of their physical, psychological, social, educational or other individual characteristics. Its main characteristic is the creation of conditions under which differences between participants in the educational process do not become an obstacle to obtaining quality education and full participation in the life of the educational community.

This topic is particularly relevant in the context of the full-scale war in Ukraine, which has significantly affected the functioning of the education system. Hostilities have resulted in the destruction and damage of educational institutions, the forced displacement of a significant number of families, an increased need for psychological support for children, and a growing number of individuals requiring special learning conditions. An increasing number of students have experienced traumatic events, face difficulties with adaptation, or require additional psychological and pedagogical support. Therefore, the creation of an inclusive educational space has become not only an educational but also an important social task [1].

The relevance of the topic is also determined by the need to develop a modern educational environment that provides safe, comfortable, and accessible conditions for learning for all participants in the educational process. The growing number of adults and children with special educational needs, as well as the implementation of accessibility and barrier-free principles, require the introduction of new approaches to the organization of the educational space.

A modern inclusive educational space involves not only the architectural accessibility of educational institutions but also the use of innovative pedagogical technologies, specialized equipment, digital resources, adapted educational programs, and psychological support tools. Such an environment promotes social integration, the development of interaction skills, the formation of a tolerant attitude toward diversity, and the provision of equal opportunities for learning and self-realization for every student.

The study is further strengthened by the ongoing reform of Ukraine's education system and the implementation of the New Ukrainian School (NUS) concept, one of the key principles of which is inclusion. At the same time, many educational institutions require modernization of their material and technical facilities, improvement of infrastructure, creation of safe learning conditions, and implementation of effective mechanisms for organizing inclusive education in response to contemporary challenges [2].

The purpose of the study is to create a modern inclusive educational space for children and young people in the city of Chernihiv that will ensure equal access to high-quality educational, creative, and psychological services regardless of individual characteristics; promote comprehensive personal development, social integration, the realization of creative potential; and foster a safe environment for learning, communication, self-realization, and emotional well-being.

To achieve the objective of the project aimed at creating a modern inclusive educational space for children and young people in Chernihiv, a set of interrelated tasks should be implemented to establish an accessible, safe, and multifunctional environment for learning, creative development, socialization, and psychological support. The implementation of each task represents an important stage in creating a space that meets the contemporary needs of the younger generation and the principles of inclusion and environmental sustainability.

1. The primary task of the project is to create and equip a modern inclusive educational space that meets the requirements of accessibility and universal design. This involves selecting and adapting appropriate premises, ensuring safe conditions, and creating comfortable areas for learning, creative activities, recreation, and group events. Particular attention will be paid to establishing conditions that ensure equal access to all services provided by the space for children and young people with disabilities, special educational needs, and other socially vulnerable groups.

2. Another important task is to equip the space with modern facilities and educational resources. This includes the acquisition of furniture, computer equipment, multimedia equipment, educational and methodological materials, creative supplies,

and specialized equipment for working with children with special educational needs. A modern material and technical base will help ensure a high-quality educational process and expand opportunities for implementing diverse programs and activities.

3. The development and implementation of a comprehensive range of educational programs and activities aimed at developing the knowledge, skills, and competencies of children and young people. This task will involve organizing educational courses, thematic classes, training sessions, lectures, interactive lessons, career guidance activities, and non-formal education programs. Educational programs should focus on developing critical thinking, digital literacy, communication skills, leadership qualities, and other competencies necessary for successful self-realization in contemporary society.

4. A separate task of the project is to establish a system of psychological support and promote the emotional development of children and young people. The relevance of this area has increased significantly in the context of the full-scale war, as a considerable number of children and adolescents experience the consequences of stress, anxiety, loss of a sense of security, and other psychological difficulties. The project envisages psychological training sessions, support groups, consultations with psychologists, and activities aimed at developing emotional intelligence, stress-management skills, and effective communication. This will contribute to strengthening participants' psychological well-being and developing resilience to life challenges.

5. Another important task is to create conditions for developing the creative potential of children and young people. For this purpose, the project will include master classes, creative workshops, artistic events, competitions, exhibitions, and other activities that promote creativity, self-expression, and the acquisition of new skills. Participants will have the opportunity to explore various forms of creative activity, discover their talents, and gain new experiences.

6. Promoting social integration and the development of an inclusive society. The space should become a place where children and young people, regardless of physical abilities, health status, social status, or other characteristics, can learn, communicate, and interact on equal terms. To this end, joint events, team projects, social initiatives, and interactive programs will be organized to promote tolerance, mutual respect, and a culture of diversity.

7. Ensuring the high-quality implementation of the project also requires the involvement of qualified specialists who will provide educational, psychological, and organizational support. The project envisages the formation of a team of organizers, educators, psychologists, trainers, inclusive education specialists, and volunteers with the competencies necessary to work with children and young people from diverse groups.

8. Engaging the target audience in the activities of the space. This will involve an information and awareness-raising campaign, as well as cooperation with educational institutions, civil society organizations, social services, healthcare institutions, and youth centers in Chernihiv. The implementation of this task will ensure broad public

awareness of the opportunities provided by the space and facilitate the participation of the largest possible number of beneficiaries.

9. The final task is to conduct continuous monitoring and evaluate the effectiveness of project implementation. This will include regular analysis of quantitative and qualitative performance indicators, assessment of participant satisfaction, collection of feedback, and identification of areas for further improvement. This approach will help ensure the sustainability of the project, its responsiveness to community needs, and the achievement of the planned results.

Ultimately, the implementation of these tasks will contribute to the creation of a modern inclusive educational space in Chernihiv that will serve as a center for development, learning, creativity, social interaction, and inspiration.

Special attention deserves the involvement of students, parents, the public and local governments in the process of modernization of the educational space. This approach contributes to taking into account the real needs of the community and the formation of joint responsibility for the development of the educational environment.

Thus, the modernization of the educational space on the principles of inclusion and accessibility is a multidimensional process that involves the simultaneous renewal of physical infrastructure, digital resources, organizational mechanisms, pedagogical approaches and socio-psychological environment. Its result should be an educational space without barriers, in which every child and young person has the opportunity to receive quality education, develop their abilities, feel safe and be a full-fledged participant in the educational community.

For Ukraine, the implementation of such an approach is of particular strategic importance, since inclusive and accessible education is an important condition for the restoration of human potential, social cohesion of communities and the formation of a sustainable society in the face of modern challenges.

Modernization of the educational space on the principles of inclusion and accessibility should be based on the principles of equality of opportunity, non-discrimination, barrier-freeness, safety, participation and respect for individual human needs. A comprehensive combination of physical, informational, digital and socio-psychological accessibility will allow creating a modern educational environment focused on the needs of each student. In the context of military challenges and post-war reconstruction of Ukraine, it is this approach that can become the basis for the formation of a sustainable, humane and human-centered educational space.

Achieving genuine inclusivity requires more than legislative and policy changes; it also involves a fundamental cultural shift towards recognising diversity as an asset rather than a barrier. By investing strategically in effective leadership, accessible infrastructure, professional development, and an inclusive institutional culture, Ukrainian universities can make substantial progress towards creating equitable and supportive learning environments that align with international standards and respond to the diverse needs of all

References

1. Chekan O., Barna K., Forostian O., Sokolova H., Raievska Y. Effectiveness of information and communication programmes for children with special educational needs in the context of speech development / Chekan O., Barna K., Forostian O., Sokolova H., Raievska Y. // International Journal of Child Health and Nutrition. – 2024. – №13(3). – P. 151-161. DOI: 47.10.6000/1929-4247.2024.13.03.4
2. Кричківська О. В., Хренова В. В., Гончар Н. П. Інклюзивне навчання в умовах воєнного стану / Кричківська О. В., Хренова В. В., Гончар Н. П. // Наука і техніка сьогодні. – 2022. – № 6 (6). – С. 188-198.

РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ ЯК ПРІОРИТЕТ ПУБЛІЧНОГО УПРАВЛІННЯ СТАЛИМ РОЗВИТКОМ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД

Церклевич Вікторія
к. п. наук, доцентка
Кафедра публічного управління та адміністрування
Борщ Андрій
здобувач освіти
Хмельницький університет управління та права
імені Леоніда Юзькова, Україна

Анотація. У роботі досліджено особливості публічного управління та адміністрування у сфері раціонального використання земельних ресурсів на рівні територіальних громад в умовах сучасних викликів і воєнного стану. Розглянуто нормативно-правові засади земельного регулювання та функціонування органів місцевого самоврядування. Обґрунтовано необхідність збалансованого поєднання економічних, екологічних та соціальних інтересів для забезпечення сталого розвитку територій.

Ключові слова: публічне управління, земельні ресурси, територіальна громада, сталий розвиток, місцеве самоврядування, воєнний стан.

Вступ. Земельні ресурси є опорою розвитку кожної територіальної громади. В умовах децентралізації влади та посилення автономії органів місцевого самоврядування на публічну адміністрацію покладається відповідальність за ефективне, прозоре та екологічно безпечне землекористування. Актуальності питання земельного адміністрування набуває в умовах воєнного стану та поствоєнного відновлення, коли виникають нові ризики деградації ґрунтів, руйнування інфраструктури та необхідність швидкого реагування на безпекові загрози.

Мета дослідження – обґрунтувати пріоритетність раціонального використання земельних ресурсів у системі публічного управління сталим розвитком територіальних громад та визначити напрями вдосконалення управлінських механізмів у сучасних умовах.

Завдання дослідження:

– проаналізувати нормативно-правову базу, що регламентує повноваження органів публічної влади у сфері землекористування;

– виявити особливості публічного адміністрування земельними ресурсами в умовах воєнного стану;

– визначити роль державного регулювання та контролю у забезпеченні раціонального використання та охорони земель на місцевому рівні.

Результати дослідження та їх обговорення. Відповідно до Закону України «Про місцеве самоврядування в Україні», органи місцевого самоврядування володіють широким спектром повноважень щодо володіння, користування та розпорядження землями комунальної власності [4]. Земельний кодекс України встановлює чіткі рамки та засади раціонального використання земель, орієнтовані на збереження їхньої родючості та охорони довкілля [2]. Співвідношення нормативних актів формує механізм публічного адміністрування, спрямований на балансування економічних інтересів громади та вимог сталого просторового розвитку.

Погоджуємося з думкою А. Дуки, що «ефективне управління ресурсами вимагає балансу між потребами інфраструктури, збереженням агросектору та екологічною стійкістю» [1, с. 4]. Публічний контроль покликаний мінімізувати корупційні ризики, запобігати самовільному зайняттю ділянок та недоцільній зміні їх цільового призначення. Систематичний інспекційний нагляд та впровадження сучасних інструментів геоінформаційного моніторингу дозволяють оперативно виявляти порушення земельного законодавства на ранніх стадіях, що гарантує збереження цінних сільськогосподарських угідь і забезпечує прозорість управлінських рішень органів місцевого самоврядування в інтересах всієї громади.

Сьогодні зростає стратегічне значення раціонального землекористування як найголовнішого чинника забезпечення економічної стійкості та соціальної стабільності територій. Особливо, коли органи місцевого самоврядування змушені оперативно адаптувати управлінські механізми до умов воєнного стану, забезпечуючи збереження ресурсного потенціалу громади та дотримання вимог чинного законодавства. Таким чином, виникає необхідність комплексного підходу до прийняття розпорядчих рішень, де враховуються нагальні безпекові завдання та довгострокові орієнтири просторового розвитку. Дослідження Н. Мішиної зазначає, що публічне адміністрування в період війни вимагає від органів місцевого самоврядування здатності балансувати між оперативними потребами оборони, соціальними гарантіями (забезпеченням земельними ділянками ветеранів) та вимогами містобудівного й екологічного законодавства [3, с. 17].

Для подолання сучасних викликів та забезпечення сталого розвитку територіальних громад органам публічного управління слід впровадити комплекс адаптивних заходів:

1. Прискорити розробку комплексних планів просторового розвитку для чіткого функціонального зонування територій.

2. Забезпечити цифровізацію земельного адміністрування через впровадження локальних геоінформаційних систем (ГІС) та залучення даних дистанційного зондування для моніторингу стану ґрунтів і виявлення порушень.

3. Встановлювати прозорі механізми взаємодії та розмежування повноважень між органами місцевого самоврядування і військовими адміністраціями.

4. Започаткувати місцеві цільові програми екологічної рекультивації та розмінування сільськогосподарських земель із залученням міжнародної допомоги, що дозволить сформувати прозоре інвестиційне середовище та гарантувати продовольчу й екологічну безпеку громади.

Висновки. Раціональне використання земельних ресурсів є пріоритетом публічного управління, що визначає спроможність та екологічну безпеку територіальних громад.

Сучасна законодавча база (Земельний кодекс України та Закон України «Про місцеве самоврядування в Україні») дає органам місцевого самоврядування достатній інструментарій для ефективного розпорядження землями, однак вимагає подальшого підвищення якості контролю та моніторингу. В умовах воєнного стану публічне адміністрування земельних ресурсів має зберігати гнучкість, забезпечуючи оперативні потреби оборони та економіки і довгострокові орієнтири сталого просторового розвитку територій.

Список використаних джерел

1. Дука А. П. Державне регулювання та контроль у сфері використання земельних ресурсів в Україні / А. П. Дука // Проблеми сучасних трансформацій. Серія: Право, публічне управління та адміністрування. – 2023. – № 9. – https://doi.org/10.54929/2786-5746-2023-9-02-15.
2. Земельний кодекс України : Кодекс України від 25.10.2001 № 2768-III [Електронний ресурс] // Офіційний вебпортал парламенту України «Законодавство України». – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14#Text (дата звернення: 15.10.2026).
3. Мішина Н. Публічне адміністрування земельних ресурсів в умовах воєнного стану в Україні / Н. Мішина // Law. State. Technology. – 2025. – № 3. – С. 14–18. – https://doi.org/10.32782/lst/2025-3-3.
4. Про місцеве самоврядування в Україні : Закон України від 21.05.1997 № 280/97-ВР [Електронний ресурс] // Офіційний вебпортал парламенту України «Законодавство України». – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/280/97-вр#Text (дата звернення: 15.10.2026).

Section: Marketing and Advertising

DOI 10.70286/EOSS-26.10.2026.009.195-206

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ЯК ЧИННИК КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ: ЕКОНОМІЧНІ ЕФЕКТИ ТА МАРКЕТИНГОВІ МОЖЛИВОСТІ

Дорош-Кізим Мар'яна
к.е.н., доцент
Кафедра маркетингу
Пасемко Анна
здобувач вищої освіти бакалаврського рівня
Семенів Юліана
здобувач вищої освіти бакалаврського рівня
Львівський національний університет ветеринарної медицини
та біотехнологій імені С.З. Ґжицького, Україна
Дорош Марта
вчитель правознавства
Ліцей «Європейський» Львівської міської ради, Україна

Анотація. Досліджено економічний зміст інтеграції штучного інтелекту (ШІ) у функціональні процеси підприємств та визначено умови перетворення технологічного потенціалу на стійкі конкурентні переваги. На основі офіційної статистики Eurostat, аналітичних матеріалів ОЕСР (Організація економічного співробітництва та розвитку), Європейського інвестиційного банку та Stanford HAI (Інститут людиноцентричного штучного інтелекту Стенфордського університету) розкрито нерівномірність поширення ШІ за країнами, масштабами підприємств і функціями. Обґрунтовано відмінність між фактом використання інструментів ШІ та економічною результативністю їх інтеграції. Запропоновано авторську систему показників для оцінювання впливу ШІ на продуктивність, витрати, якість управлінських рішень, маркетингову результативність і ризики. Визначено організаційні, кадрові, інформаційні та інституційні обмеження впровадження. Сформульовано послідовність управлінських рішень для підприємств різного масштабу.

Ключові слова: штучний інтелект, конкурентоспроможність підприємства, цифрова трансформація, продуктивність праці, маркетингова аналітика, інновації, управління ризиками.

Постановка проблеми. Поширення штучного інтелекту змінює не лише технічні інструменти виконання завдань, а й економіку прийняття рішень. Для підприємства стратегічне значення має здатність швидше отримувати й перевіряти інформацію, точніше прогнозувати попит, скорочувати операційні

втрати та забезпечувати стабільну якість взаємодії зі споживачами. Водночас, сам факт придбання цифрового сервісу не засвідчує підвищення конкурентоспроможності: результати залежать від якості даних, компетенцій персоналу, організації процесів і контролю помилок.

Наукова проблема полягає у визначенні умов, за яких застосування ШІ переходить від локальної автоматизації окремих операцій до відтворюваного економічного ефекту. Особливої уваги потребує розмежування поширеності технології, інтенсивності її використання та результативності. Ці категорії часто змішуються у публічній дискусії, хоча характеризують різні аспекти цифрової зрілості підприємства.

Для українських підприємств актуальність питання посилюється потребою працювати за обмежених ресурсів, підтримувати безперервність операцій, адаптувати логістику й забезпечувати доступ до зовнішніх ринків. У таких умовах пріоритетним є не максимальна кількість ШІ-інструментів, а обґрунтований добір сценаріїв із вимірюваною економічною віддачею.

Аналіз останніх досліджень. ОЕСР у праці «The Adoption of Artificial Intelligence in Firms» (Впровадження штучного інтелекту на підприємствах) (2025) підкреслює значення кадрової підготовки, зрілості даних, доступу до інфраструктури та невизначеності окупності інвестицій. Дослідження демонструє, що технологічні обмеження взаємодіють з управлінськими: керівники нерідко недооцінюють масштаб організаційних змін, потрібних для впровадження [2].

Статистика Eurostat (Статистична служба Європейського Союзу) дає змогу відстежувати використання ШІ підприємствами Європейського Союзу в динаміці та порівнювати країни за єдиними визначеннями [1]. Водночас дослідження Stanford HAI фіксує іншу площину поширення технології – частку організацій, представники яких повідомляють про використання ШІ, тому пряме зіставлення цього показника з офіційною європейською статистикою методологічно некоректне [3].

Європейський інвестиційний банк на основі даних понад 12 тис. нефінансових підприємств ЄС і США оцінює позитивний зв’язок упровадження ШІ з продуктивністю праці. Згідно з результатами відповідного економетричного аналізу, використання ШІ пов’язане зі збільшенням рівня продуктивності праці приблизно на 4%, проте цей результат не слід автоматично переносити на кожне підприємство або галузь [4].

Отже, літературний аналіз достатньо переконливо описує технологічне поширення ШІ, однак практичне питання управлінського вимірювання його внеску в конкурентоспроможність потребує подальшої систематизації.

Мета та методи дослідження. Мета статті – систематизувати сучасні тенденції використання ШІ підприємствами та обґрунтувати механізм оцінювання його впливу на конкурентоспроможність через економічні результати, організаційні передумови та ризики. Використано методи порівняльного аналізу, систематизації, структурно-функціонального підходу та аналітичного узагальнення відкритих джерел. Статистичні значення наведено в

межах визначень первинних джерел; авторські управлінські моделі мають концептуальний, а не експериментально підтверджений характер.

Виклад основного матеріалу. Використання штучного інтелекту поступово стає невід'ємною складовою розвитку сучасних підприємств, відкриваючи нові можливості для вдосконалення виробничих, управлінських і маркетингових процесів. Особливо помітними ці зміни є в країнах Європейського Союзу, де протягом останніх років спостерігається стрімке зростання кількості підприємств, які впроваджують інтелектуальні технології у свою діяльність.

За даними Євростату, частка підприємств ЄС із десятьма та більше зайнятими особами, які використовували технології ШІ, становила 8,1% у 2023 р., 13,5% у 2024 р. і 20,0% у 2025 р. [1]. Отже, за два роки приріст досяг 11,9 відсоткового пункту, а показник 2025 р. перевищив рівень 2023 р. приблизно у 2,47 раза. Така динаміка свідчить про швидке поширення штучного інтелекту в підприємницькому середовищі, однак сама по собі не дає підстав стверджувати про відповідне зростання продуктивності чи прибутковості підприємств.

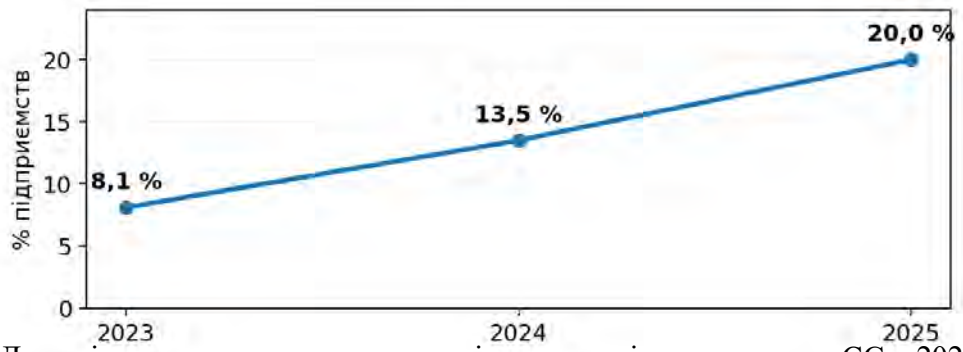


Рисунок 1. Динаміка використання штучного інтелекту підприємствами ЄС у 2023-2025 рр.

Нерівномірність поширення особливо помітна у розрізі країн. У 2025 р. Данія досягла 42,0%, Фінляндія – 37,8%, Швеція – 35,0%; натомість Румунія – 5,2%, Польща – 8,4%, Болгарія – 8,5% [1]. Різниця між Данією та Румунією становила 36,8 відсоткового пункту. Таке розходження не можна пояснити одним чинником: на нього можуть впливати галузева структура, цифрові компетенції, доступність капіталу, інфраструктура та управлінські практики.

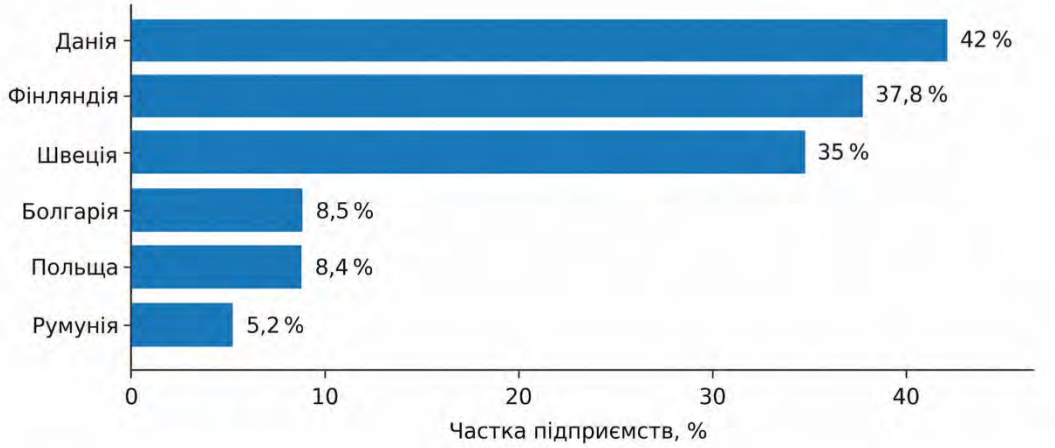


Рисунок 2. Частка підприємств окремих країн Європейського Союзу, які використовували технології штучного інтелекту у 2025 році, %

Масштаб підприємства також має значення. За узагальненням європейської статистики, у 2025 р. ШІ використовували близько 17% малих, 30% середніх і 55% великих підприємств [5]. Розрив відображає різну спроможність фінансувати інтеграцію, накопичувати дані й формувати міжфункціональні команди. Проте невеликий масштаб не виключає конкурентної переваги: доступні хмарні інструменти дають змогу автоматизувати конкретні процеси без створення власної складної інфраструктури.

Структура використання ШІ засвідчує переважання інформаційно-аналітичних завдань. У 2025 р. в ЄС аналіз письмової мови застосовували 11,8% підприємств, створення зображень, відео або звуку – 9,5%, створення письмового або усного мовлення – 8,8%, перетворення мовлення на машинозчитуваний формат – 7,2% [1]. Ці категорії не є взаємовиключними, тому їхні частки не можна підсумовувати як єдину структуру.

ШІ впливає на конкурентоспроможність підприємства через п’ять основних напрямів: продуктивність праці, точність прогнозів, відмінність товарної пропозиції, швидкість управлінських рішень та інновації. Кожен із них дає економічний результат лише тоді, коли нові інструменти відповідають конкретним потребам підприємства.

Одним із визначальних механізмів є підвищення операційної продуктивності, що досягається завдяки скороченню часу на виконання повторюваних завдань, пошук та систематизацію інформації, підготовку документації, опрацювання звернень споживачів і проведення первинного аналітичного оцінювання. Це створює передумови для раціональнішого використання трудових ресурсів, зниження операційного навантаження та переорієнтації працівників на виконання складніших завдань, які потребують професійного досвіду, творчого мислення й управлінських рішень [7].

Важливим напрямом реалізації економічного потенціалу штучного інтелекту є підвищення точності прогнозування та ефективності розподілу ресурсів підприємства. Використання інтелектуальних аналітичних моделей дає змогу виявляти приховані закономірності у динаміці продажів, визначати вплив сезонних коливань, оцінювати зміни споживчих переваг та прогнозувати попит на окремі категорії продукції. На основі отриманих результатів підприємства можуть обґрунтованіше планувати обсяги закупівель, оптимізувати товарні запаси, розподіляти виробничі потужності та коригувати маркетингові бюджети. Особливого значення такі можливості набувають за умов нестабільного ринкового середовища, коли помилки прогнозування спричиняють додаткові витрати, надлишкові запаси або втрату потенційних продажів. Водночас, економічну доцільність застосування ШІ необхідно визначати не за технологічною складністю програмного забезпечення, а за фактичним підвищенням точності прогнозів порівняно з традиційними методами та результатами використання отриманої інформації в управлінських рішеннях.

Не менш вагомим джерелом конкурентних переваг виступає диференціація ринкової пропозиції, що ґрунтується на глибшому розумінні потреб і

поведінкових характеристик споживачів. Інтелектуальні технології розширюють можливості сегментування ринку, виявлення незадоволених потреб, формування персоналізованих пропозицій та адаптації маркетингових комунікацій до особливостей споживчого попиту. Застосування ШІ також сприяє прискоренню розроблення й тестування нових товарних концепцій, оцінюванню реакції споживачів на зміни асортименту та вдосконаленню цифрових каналів взаємодії. У результаті підприємство отримує можливість конкурувати не лише за ціновими параметрами, а й завдяки вищій споживчій цінності, зручності обслуговування та відповідності продукції актуальним ринковим очікуванням [8].

Проте, використання персоналізованих підходів потребує дотримання законодавства у сфері захисту персональних даних, забезпечення прозорості алгоритмічних рішень і недопущення дискримінаційних практик, здатних негативно вплинути на довіру споживачів.

Окремої уваги заслуговує посилення організаційної гнучкості підприємства, яка в умовах прискорення технологічних і ринкових змін перетворюється на важливу складову конкурентоспроможності. Інтеграція ШІ в управлінські процеси створює передумови для оперативнішого опрацювання інформації, своєчасного виявлення відхилень від запланованих показників та швидшого коригування господарських рішень. Завдяки цьому підприємства можуть скорочувати часовий проміжок між виникненням ринкових змін, їх аналітичним осмисленням і практичним реагуванням. Особливої актуальності набуває можливість моделювання альтернативних сценаріїв розвитку подій, оцінювання потенційних ризиків і перевірки управлінських гіпотез до моменту залучення значних ресурсів. Разом із тим організаційна гнучкість не виникає автоматично внаслідок упровадження інтелектуальних технологій. Її формування потребує узгодженості між аналітичними інструментами, компетентністю управлінського персоналу, внутрішніми процедурами ухвалення рішень і здатністю підприємства своєчасно реалізовувати необхідні зміни.

Подальший розвиток конкурентних можливостей підприємств пов'язаний із **посиленням інноваційної здатності,** що передбачає використання штучного інтелекту для пошуку, розроблення та практичного впровадження нових рішень. Інтелектуальні технології можуть застосовуватися на різних етапах інноваційного процесу: від виявлення перспективних ринкових потреб і формування товарних ідей до вдосконалення конструктивних характеристик продукції, дизайну упаковки, рекламних концепцій та організації виробничих процесів. Їх використання розширює кількість альтернатив, доступних для попереднього аналізу, сприяє скороченню тривалості окремих етапів розроблення та створює додаткові можливості для експериментування без пропорційного збільшення витрат [8].

Водночас, інноваційна результативність залежить від здатності підприємства відбирати економічно перспективні рішення, оцінювати їхню технічну здійсненність, відповідність потребам споживачів і правомірність

використання створених матеріалів. Отже, ШІ доцільно розглядати як інструмент посилення інноваційного потенціалу, ефективність якого визначається поєднанням технологічних можливостей із професійними компетентностями працівників та стратегічними пріоритетами підприємства.

У маркетингу ШІ застосовують для аналізу попиту, вивчення поведінки споживачів, підготовки рекламних матеріалів і вдосконалення онлайн-продажів. Ці завдання пов'язані між собою: точніші дані про ринок допомагають краще сформувати пропозицію, а результати продажів дають змогу перевірити правильність маркетингових рішень [10].

Одним із перспективних напрямів застосування ШІ є поглиблення маркетингових досліджень завдяки опрацюванню значних масивів структурованої та неструктурованої інформації. Інтелектуальні алгоритми дають змогу систематизувати відомості про купівельну активність, аналізувати відгуки, визначати особливості споживчих переваг і виявляти зміни попиту, які не завжди можна своєчасно встановити традиційними методами. Це створює передумови для точнішого сегментування ринку, обґрунтованішого позиціонування продукції та своєчасного коригування маркетингової стратегії. Водночас, перевага інтелектуальних технологій полягає не лише у швидкості опрацювання інформації, – а насамперед, у можливості перетворення розрізнених даних на аналітичні висновки, придатні для практичного використання [9].

Важливим аспектом цифрової трансформації маркетингу є вдосконалення комунікаційної політики підприємства. Використання ШІ розширює можливості підготовки рекламних матеріалів, адаптації повідомлень до різних сегментів споживачів, тестування комунікаційних концепцій та оптимізації розміщення реклами в цифровому середовищі. Інтелектуальні системи можуть сприяти виявленню найбільш результативних форматів взаємодії, визначенню доцільної частоти рекламних контактів і раціональнішому використанню маркетингового бюджету. Проте, збільшення кількості створених інформаційних матеріалів або автоматизація рекламних процесів самі по собі не свідчать про підвищення ефективності маркетингу. Економічна результативність таких рішень повинна оцінюватися за показниками залучення споживачів, вартості конверсії, повторних покупок, рентабельності маркетингових витрат і внеску відповідних заходів у формування маржинального доходу підприємства [7].

Не менш значущі можливості використання штучного інтелекту відкриваються у сфері електронної комерції, де конкурентоспроможність дедалі більше залежить від зручності цифрової взаємодії, швидкості обслуговування та відповідності товарної пропозиції індивідуальним потребам споживачів. Застосування інтелектуальних пошукових систем, персоналізованих рекомендацій, автоматизованого опрацювання звернень і виявлення нетипових операцій сприяє вдосконаленню процесу онлайн-продажу та підвищенню якості споживчого досвіду. Зокрема, рекомендаційні алгоритми можуть допомагати споживачам швидше знаходити потрібні товари, а підприємствам – формувати

більш релевантні пропозиції з урахуванням попередньої купівельної активності та характеристик попиту [8].

Разом із тим оцінювання результативності інтелектуальних інструментів електронної комерції потребує комплексного підходу, оскільки позитивна динаміка окремих цифрових показників не завжди супроводжується поліпшенням фінансових результатів. Наприклад, зростання кількості переглядів товарних сторінок або частоти переходів за рекомендаціями може не забезпечувати відповідного збільшення прибутковості, якщо одночасно підвищуються витрати на залучення споживачів, частка повернень продукції чи обсяги продажу низькомаржинальних товарів. Тому доцільним є використання контрольованих порівнянь, які дозволяють визначити реальний вплив інтелектуальних рішень на конверсію, середню вартість замовлення, повторні покупки та економічну ефективність продажів. Такий підхід дає змогу відокремити технологічні результати від фактичного внеску ШІ у зміцнення ринкових позицій підприємства.

Важливою передумовою ефективного використання штучного інтелекту в маркетингу залишається належна якість інформаційної бази. Неповні характеристики товарів, дублювання профілів споживачів, неточності в обліку продажів, неузгодженість інформації між цифровими каналами та недостатня репрезентативність даних можуть істотно знижувати достовірність аналітичних висновків. За таких обставин навіть технологічно складні моделі здатні формувати рекомендації, що не відповідають реальним ринковим умовам. Відповідно, впровадженню інтелектуальних маркетингових інструментів має передувати впорядкування інформаційних потоків, стандартизація товарних довідників, удосконалення процедур збирання й оновлення даних та визначення відповідальності за їхню достовірність [10].

Практика українських підприємств показує, що ШІ вже використовують не лише для створення текстів чи реклами, а й для контролю якості послуг, прогнозування купівельних потреб і підтримки працівників. Наведені приклади ґрунтуються на відкритих повідомленнях самих підприємств та профільних медіа; вони описують конкретні рішення, але не дають підстав оцінювати поширеність ШІ в усій економіці України.

Показовим є досвід «Нової пошти». Підприємство застосовує систему аналізу зображень із камер відділень: ШІ порівнює фактичний стан приміщень із визначеними стандартами та виявляє відхилення. За повідомленням керівництва, такий контроль допомагає зменшувати витрати на перевірки та швидше реагувати на недоліки сервісу. Це приклад використання ШІ для управління якістю, а не лише для автоматизації офісної роботи (Forbes Ukraine, 2025).

Інший приклад стосується персоналізації пропозицій. «ПриватБанк» повідомив про використання ШІ в програмі лояльності «Привіт» для аналізу купівельної поведінки та формування рекомендацій. За даними банку, платформа щороку формує сотні мільйонів персональних рекомендацій. Для маркетингу цінність такого підходу полягає у можливості добирати пропозиції

за інтересами споживачів; водночас кількість рекомендацій сама по собі не є показником додаткового прибутку (ПриватБанк, 2025).

У мережі аптек «Подорожник» внутрішній ШІ-помічник допомагає працівникам знаходити інструкції та відповіді на типові робочі запитання. У МХП описано використання інтелектуальних рішень у виробничих та аграрних процесах, зокрема для підтримки управління вирощуванням птиці. Ці приклади демонструють різні напрями застосування технології: передавання знань працівникам та підтримку виробничих рішень (Kyivstar Business Hub, 2025).

Отже, для українських підприємств найбільш переконливими є приклади, у яких чітко визначено виробниче або маркетингове завдання. Умовою поширення таких рішень має бути перевірка витрат, якості результатів і фактичного впливу на роботу підприємства.

Використання ШІ пов’язане з фінансовими, організаційними та інформаційними ризиками. Їх слід оцінювати до запуску проєкту, а не після виникнення помилок. ОЕСР звертає увагу на нестачу компетентностей, проблеми з даними та невизначеність очікуваних результатів [2].

Одним із найбільш суттєвих економічних обмежень є невизначеність фактичної окупності інвестицій в інтелектуальні технології. Витрати підприємства не обмежуються придбанням або оплатою доступу до програмних продуктів, оскільки включають інтеграцію з наявними інформаційними системами, підготовку даних, навчання працівників, технічний супровід, забезпечення інформаційної безпеки та регулярне оцінювання якості результатів. Додаткові ризики виникають унаслідок зміни тарифної політики постачальників, технологічної залежності від окремих цифрових платформ і необхідності постійного оновлення використовуваних рішень. За відсутності попереднього економічного обґрунтування сукупні витрати можуть перевищувати очікувані вигоди, особливо коли автоматизація не супроводжується відповідною перебудовою бізнес-процесів.

Окрему групу становлять організаційні ризики, пов'язані з недостатньою готовністю підприємства до інтеграції ШІ в систему управління. Їх проявами можуть бути відсутність чітко визначених цілей упровадження, невідповідність цифрових інструментів реальним виробничим і маркетинговим потребам, недостатня координація між структурними підрозділами та обмежений рівень цифрових компетентностей персоналу. Особливого значення набуває ризик формального використання технологій, коли впровадження ШІ розглядається як самостійний показник інноваційності без оцінювання його внеску в продуктивність, прибутковість або якість управлінських рішень. За таких умов технологічні зміни можуть ускладнювати організаційні процеси замість їх удосконалення.

Вагомими залишаються інформаційні та правові ризики, зумовлені особливостями оброблення даних і використання результатів роботи інтелектуальних систем. До них належать можливість розголошення конфіденційної інформації, порушення вимог щодо захисту персональних даних,

формування недостовірних аналітичних висновків, відтворення помилок у вихідних даних та неправомірне використання об'єктів інтелектуальної власності. У маркетинговій діяльності додаткову загрозу становить поширення неточних характеристик продукції, некоректних рекламних тверджень або повідомлень, які можуть вводити споживачів в оману. Подібні ситуації здатні спричиняти не лише фінансові втрати, а й погіршення ділової репутації та зниження довіри до підприємства.

З огляду на зазначене управління ризиками застосування штучного інтелекту доцільно інтегрувати в загальну систему корпоративного управління. Першочергового значення набувають визначення допустимих сфер використання технологій, класифікація інформації за рівнем конфіденційності, регламентація доступу до даних, документування алгоритмічних рішень та встановлення процедур перевірки отриманих результатів. При цьому рівень людського контролю повинен відповідати потенційним наслідкам помилкового рішення: що вищими є можливі фінансові, правові або репутаційні втрати, то більш обґрунтованою стає необхідність експертного оцінювання та обмеження повної автоматизації.

Для оцінювання результативності ШІ пропонуємо систему показників, що охоплює продуктивність, витрати, маркетингові результати, точність рішень і ризики. Її перевага полягає у можливості порівняти роботу до та після впровадження технології за однакових умов.

У межах запропонованого авторського підходу доцільно виокремити п'ять основних складових оцінювання: операційну продуктивність, економічність використання ресурсів, ринкову результативність, якість управлінських рішень та керованість технологічних ризиків. Кожна із зазначених складових характеризує окремий аспект впливу інтелектуальних технологій, тоді як їх сукупне застосування дозволяє сформувати цілісне уявлення про доцільність інвестицій і перспективи подальшого масштабування відповідних рішень.

Оцінювання операційної продуктивності передбачає визначення змін у тривалості виконання робочих завдань, обсягах виконаних операцій, рівні трудомісткості та частоті помилок. Економічність характеризує співвідношення отриманих вигід із сукупними витратами на придбання, інтеграцію, обслуговування й контроль інтелектуальних систем. Ринкова результативність відображає зміни обсягів продажу, конверсії, повторних покупок, маржинального доходу та інших показників, що характеризують взаємодію підприємства зі споживачами. Якість управлінських рішень доцільно визначати через точність прогнозування, своєчасність реагування на відхилення та обґрунтованість розподілу ресурсів. Водночас керованість ризиків повинна враховувати кількість критичних помилок, випадків порушення встановлених процедур, потребу в ручному коригуванні результатів і рівень захищеності інформації.

Принциповою умовою застосування запропонованого підходу є порівняння результатів використання ШІ з відповідними показниками до його впровадження

або з результатами діяльності зіставних процесів, у яких інтелектуальні технології не застосовувалися. Такий підхід дає змогу зменшити ризик необґрунтованого приписування позитивних економічних змін виключно технологічним нововведенням, оскільки на результати підприємства одночасно впливають ринкова кон'юнктура, сезонність, цінова політика, організаційні зміни та інші чинники. Важливо також враховувати тривалість періоду спостереження, адже короткострокове підвищення продуктивності не завжди забезпечує стійкий економічний ефект у довгостроковій перспективі.

Такі показники допомагають вирішити, чи варто продовжувати проєкт і поширювати його на інші процеси. Запропонована система є авторським підходом і потребує перевірки на фактичних даних підприємств.

Таблиця 1 – Показники оцінювання результативності застосування штучного інтелекту

Блок	Ключовий показник	Логіка оцінювання
Продуктивність	Час виконання операції	Порівняння медіанного часу до/після
Економічність	Повна вартість процесу	Ліцензії + інтеграція + перевірка + навчання
Маркетинг	Вартість результативної конверсії	Витрати на залучення / кількість конверсій
Якість рішень	Помилка прогнозу	Порівняння з базовим прогнозом
Ризики	Частота критичних помилок	Кількість інцидентів на обсяг операцій

* розроблено авторами

Для узагальнення інвестиційного рішення доцільно застосовувати чистий економічний ефект: Еч = ΔД + ΔВ − Вш, де ΔД – додатковий маржинальний дохід, ΔВ – підтверджена економія витрат, Вш – повні витрати на впровадження та експлуатацію ШІ за однаковий період. Подвійний облік ефектів потрібно виключати: наприклад, економію робочого часу не можна одночасно повністю враховувати як зменшення витрат і як додатковий дохід без відповідного обґрунтування.

Пропонується п’яти-етапна послідовність:

1. визначення проблеми та базового показника;
2. перевірка даних і ризиків;
3. обмежений пілот із контрольною умовою;
4. оцінювання чистого ефекту та якості;
5. масштабування лише за підтвердження результату.

Масштабування проєкту доцільне лише після перевірки його економічного результату.

Висновки. Проведене дослідження засвідчує, що штучний інтелект поступово перетворюється з інструменту автоматизації окремих операцій на вагомий чинник формування конкурентних переваг підприємств. Його економічний потенціал реалізується через підвищення продуктивності праці, оптимізацію використання ресурсів, удосконалення прогнозування попиту, розвиток маркетингової аналітики та прискорення управлінських процесів. Водночас масштаби поширення інтелектуальних технологій не є безпосереднім

свідченням їхньої економічної ефективності, оскільки результативність упровадження визначається здатністю підприємства інтегрувати технологічні рішення у власну систему управління.

Обґрунтовано, що стійкість конкурентних переваг залежить не стільки від доступності інструментів штучного інтелекту, скільки від якості інформаційного забезпечення, професійних компетентностей персоналу, організаційної готовності до змін та економічної обґрунтованості інвестицій. Запропонований підхід до оцінювання результативності використання ШІ дозволяє пов'язати технологічні зміни з конкретними показниками діяльності підприємства та визначити доцільність подальшого масштабування інтелектуальних рішень.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з практичною апробацією запропонованої системи показників на прикладі українських підприємств різних галузей, визначенням галузевих особливостей економічної віддачі від використання ШІ та оцінюванням його довгострокового впливу на конкурентні позиції.

Таким чином, визначальним чинником конкурентоспроможності стає не сам факт використання штучного інтелекту, а здатність підприємства перетворювати його технологічні можливості на вимірювані економічні результати, нову споживчу цінність і стійкі ринкові переваги.

Список використаних джерел

1. Forbes Ukraine. (2025, November 27). «Нова пошта» довірила перевірку відділень штучному інтелекту. https://forbes.ua/news/zekonomili-na-poizdkakh-menedzheriv-nova-poshta-dovirila-perevirku-viddilen-shtuchnomu-intelektu-27112025-34462
2. Kyivstar Business Hub. (2025). Як українські компанії використовують штучний інтелект. https://hub.kyivstar.ua/articles/yak-ukrayinski-kompaniyi-vikoristovuyut-shtuchnij-intelekt
3. ПриватБанк. (2025, December 3). Ми прогнозуємо покупку ще до того, як клієнт її захоче: ПриватБанк на RAU Summit 2025. https://privatbank.ua/news/2025/12/3/mi-prognozuyemo-pokupku-shche-do-togo-yak-kliyent-jiji-zahoche-privatbank-na-rau-summit-2025
4. Brynjolfsson, E., Li, D., & Raymond, L. (2025). Generative AI at work. The Quarterly Journal of Economics, 140(2), 889-942. https://doi.org/10.1093/qje/qjae044
5. Eurostat. (2026). Use of artificial intelligence in enterprises. Statistics Explained. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Use_of_artificial_intelligence_in_enterprises
6. Noy, S., & Zhang, W. (2023). Experimental evidence on the productivity effects of generative artificial intelligence. Science, 381(6654), 187-192. https://doi.org/10.1126/science.adh2586
7. Дорош-Кізим, М. М., Бабич, Л. В., Дорош, М. М. (2023). Інноваційні інструменти маркетингових досліджень. Наукові записки Львівського університету бізнесу та права, (39), 236-245. https://nzlubp.org.ua/index.php/journal/article/view/1016

8. Дорош-Кізим, М. М., Флейчук, М. І., Дацишин, М. Б. (2025). Інноваційні підходи до просування послуг у цифровому середовищі: синергія маркетингу та аналітики. Агросвіт, (12), 26-30. https://doi.org/10.32702/2306-6792.2025.12.26
9. Дорош-Кізим, М. М., Дацишин, М. Б. (2025). Інтеграція брендингу та маркетингових досліджень у процес забезпечення конкурентоспроможності підприємства. Економіка та суспільство, (80). https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-80-147
10. Флейчук, М. І., Дорош-Кізим, М. М., Дацишин, М. Б. (2026). Роль цифрового маркетингу в забезпеченні фінансово-економічної стійкості підприємств. Ефективна економіка, (2). https://doi.org/10.32702/2307-2105.2026.2.17

Section: Medicine

КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНКИ РОЗВИТКУ ПОСТТУРНІКЕТНОГО СИНДРОМУ

Фарзуллаєв Ніджат Натікович
очний аспірант кафедри хірургії №2
Гончаров Андрій Сергійович
асистент
Кафедра хірургії №2
Герасименко Назар Вадимович
здобувач вищої освіти групи № 1-24-002
Науковий керівник:
Криворучко Ігор Андрійович
д. мед. н., професор
Харківський національний медичний університет
м. Харків, Україна

Вступ. Поранення кінцівок посідають провідне місце у структурі сучасної бойової травми. Застосування турнікетів для зупинки критичної кровотечі є важливим компонентом надання допомоги пораненим із бойовими ушкодженнями кінцівок. Водночас тривала ішемія та подальше відновлення кровотоку можуть спричиняти ішемічно-реперфузійне ушкодження, рабдоміоліз, ендотеліальну дисфункцію та гостре ураження нирок. Одним із загрозливих ускладнень є посттурнікетний синдром, розвиток якого залежить від тривалості ішемії, тяжкості травми та системних гемодинамічних порушень.

Складність ранньої діагностики посттурнікетного синдрому зумовлена варіабельністю клінічних проявів і можливістю прогресування тканинного ушкодження після відновлення кровообігу. Тому особливого значення набуває комплексна оцінка клінічних показників, тяжкості травми та лабораторних маркерів, здатних відображати ранні механізми системного ушкодження. Перспективним біомаркером є синдекан-1 — компонент ендотеліального глікокаліксу, підвищення концентрації якого пов’язане з його деградацією та порушенням бар’єрної функції ендотелію. Поєднання визначення синдекану-1 із клінічними чинниками ризику може сприяти ранній ідентифікації пацієнтів із високою ймовірністю розвитку посттурнікетного синдрому та оптимізації подальшого моніторингу.

Мета роботи. Удосконалити діагностику та прогнозування розвитку посттурнікетного синдрому у поранених із бойовими ушкодженнями артерій кінцівок із застосуванням багатофакторного аналізу на основі біомаркерів крові.

Матеріали та методи. Дослідження виконано за проспективним когортним дослідженням пацієнтів, які отримали вибухові поранення артерій кінцівок та

яким для зупинки критичної кровотечі на догоспітальному етапі накладали турнікет. Досліджено 71 пацієнтів віком 35,6±6,7 року, які лікувалися в період із березня 2022 року до вересня 2025 року в судинних відділеннях клінік міста Харків (ДУ «Інститут загальної та невідкладної хірургії ім. В. Т. Зайцева НАМН України» та КНП ХОР «Обласна клінічна лікарня»)

Посттурнікетний синдром розвинувся у 17 (23,9%) пацієнтів, тоді як у 54 (76,1%) клінічних ознак синдрому не виявлено. Залежно від розвитку посттурнікетного синдрому сформовано дві групи порівняння (група з посттурнікетним синдромом та без синдрому).

Оцінювали тривалість ішемії кінцівки, наявність шоку при надходженні, тяжкість травми за шкалами ISS, MESS, PSI та LSI, а також лабораторні показники, зокрема рівні лейкоцитів, тромбоцитів, D-димеру, креатинкінази, С-реактивного білка та лактатдегідрогенази. Концентрацію синдекану-1 у сироватці крові визначали при надходженні, через 2 та 24 години після зняття джгута.

Статистичний аналіз передбачав порівняння кількісних показників за критерієм Манна–Вітні, бінарних ознак — за точним критерієм Фішера, оцінювання внутрішньогрупової динаміки за критерієм Вілкоксона та кореляційний аналіз за Спірменом. Діагностичну точність синдекану-1 визначали за допомогою ROC-аналізу з розрахунком площі під кривою (AUC), оптимальних порогових значень за індексом Юдена, чутливості та специфічності. Порівняння ROC-кривих виконували за методом ДеЛонга. Для визначення незалежних предикторів розвитку посттурнікетного синдрому застосовували багатофакторну логістичну регресію з перехресною валідацією методом виключення одного спостереження (LOOCV). Статистично значущими вважали відмінності при $p<0,05$.

Результати та обговорення. Отримана частота розвитку синдрому (23,9%) підтверджує клінічну значущість проблеми та необхідність удосконалення ранньої діагностики цього ускладнення. За даними І. М. Самарського та Е. М. Хорошуна (2023), серед 2496 поранених із травмами кінцівок у 2014–2022 роках було виконано 92 (3,7%) ампутації, а серед 11 пацієнтів із тяжким посттурнікетним синдромом кінцівку вдалося зберегти у 9 (81,8%) випадках. Вища частота ампутацій у нашій когорті — 9 із 71 (12,7%) — ймовірно, пов’язана з особливостями відбору пацієнтів: до дослідження включали поранених із підтвердженим ушкодженням магістральних артерій, які потребували лікування у спеціалізованих судинних відділеннях. Тому пряме порівняння цих показників обмежене відмінностями досліджених когорт.

Важливим чинником розвитку посттурнікетного синдрому виявилася тривалість ішемії кінцівки. Її медіана у пацієнтів із синдромом становила 28 [26; 29] хв проти 20 [18; 24] хв у групі без синдрому ($p<0,001$). За отриманими даними, при тривалості ішемії 27 хв і більше частота синдрому сягала 75%. Ці результати узгоджуються з даними літератури про залежність тяжкості ішемічно-реперфузійного ушкодження від тривалості порушення кровопостачання. За результатами систематизованих оглядів, ризик ускладнень

зростає зі збільшенням часу застосування турнікета, особливо за його тривалості понад 2 години. C. J. Rowe та співавтори (2023) також продемонстрували зв'язок тривалої ішемії зі збільшенням ризику ампутації та поліорганної дисфункції. Водночас виявлений у нашій когорті поріг 27 хв слід розглядати як результат конкретної вибірки, а не як універсальну межу безпечного застосування турнікета чи самостійний критерій ухвалення клінічних рішень.

Додаткове значення для оцінки ризику мали тяжкість травми та системні гемодинамічні порушення. У пацієнтів із посттурнікетним синдромом були вищими показники ISS (24,0 проти 17,5 бала), MESS (9,0 проти 5,0 бала), PSI (7,0 проти 4,0 бала) та LSI (6,0 проти 5,0 бала), а також рівні лейкоцитів і D-димеру. Шок при надходженні реєстрували у 76,5% пацієнтів із синдромом, тоді як у групі порівняння його не виявлено ($p<0,001$). Сукупність цих результатів свідчить, що оцінювання ризику не повинно ґрунтуватися лише на тривалості ішемії: необхідно враховувати тяжкість травматичного ушкодження та системну реакцію організму. Переважання вогнепальних поранень у досліджуваній когорті (84,51%), зокрема вибухових багатоосколкових (69,1%), відповідає описаній J. M. White та співавторами (2011) тенденції до збільшення частоти судинних ушкоджень у сучасних збройних конфліктах.

Ключовим результатом дослідження стало підтвердження діагностичної цінності синдекану-1 (SDC-1) — компонента ендотеліального глікокаліксу, концентрація якого відображає його пошкодження. При надходженні медіана SDC-1 у пацієнтів із посттурнікетним синдромом становила 129,7 [122,9; 134,5] нг/мл, що істотно перевищувало показник групи без синдрому — 45,8 [42,9; 51,5] нг/мл ($p<0,001$). Через 2 години після зняття джгута концентрація маркера в групі синдрому знижувалася до 104,8 [96,4; 114,3] нг/мл, проте через 24 години зростала до 177,6 [144,7; 199,6] нг/мл. У пацієнтів без синдрому спостерігалося послідовне зниження його рівня, який через 24 години становив 26,8 [25,6; 32,0] нг/мл. Така відмінність динаміки може свідчити про збереження або прогресування ендотеліального ушкодження в реперфузійному періоді у пацієнтів із посттурнікетним синдромом.

Отримані результати узгоджуються із сучасними уявленнями про ендотеліопатію травми. P. I. Johansson та співавтори (2011) продемонстрували асоціацію підвищеної концентрації SDC-1 у постраждалих із травмою із системним запаленням, коагулопатією та несприятливими наслідками. E. Rodriguez та співавтори (2017) запропонували використовувати SDC-1 як кількісний маркер ендотеліального ушкодження, а дослідження E. Rahbar та співавторів (2015) підтвердило зв'язок деградації глікокаліксу з підвищенням судинної проникності у тяжко травмованих пацієнтів. У нашому дослідженні концентрація SDC-1 також корелювала з показниками тяжкості травми ISS ($rs=0,557$), MESS ($rs=0,620$), PSI ($rs=0,486$) та LSI ($rs=0,609$), тривалістю ішемії ($rs=0,417$), рівнями лейкоцитів ($rs=0,422$) і D-димеру ($rs=0,294$). Крім того, встановлено кореляційні зв'язки з концентрацією креатинкінази через 2 та 24 години ($rs=0,504$ і $rs=0,628$ відповідно) та лактатдегідрогенази через 24 години

(rs=0,639). Це підтверджує зв'язок маркера з вираженістю тканинного й системного ушкодження та обґрунтовує його застосування як доповнення до клінічних шкал.

За результатами ROC-аналізу, діагностична здатність SDC-1 була високою в усіх трьох часових точках: AUC становила 0,944 при надходженні, 0,943 через 2 години та 0,943 через 24 години. Для оптимальних порогових значень 98,8; 78,9 та 132,3 нг/мл відповідно чутливість становила 94,1%, а специфічність — 100%. Статистично значущих відмінностей між ROC-кривими не виявлено (p>0,95). Це свідчить про зіставну дискримінаційну здатність маркера в досліджених часових точках, однак не доводить їх повної клінічної взаємозамінності. Враховуючи доступність раннього вимірювання, визначення SDC-1 при надходженні та повторно через 2 години може бути доцільним для початкової стратифікації ризику, тоді як вимірювання через 24 години дає змогу оцінити подальшу динаміку ендотеліального ушкодження.

Порогові значення, отримані в нашій роботі, перевищують показники, наведені в окремих дослідженнях політравми. Зокрема, K. Suzuki та співавтори (2022) виявили зв'язок концентрації SDC-1 із тяжкістю травми та ймовірністю виживання у 76 постраждалих; рівні 40–63 нг/мл асоціювалися з 30-денною летальністю. Ця відмінність може бути пов'язана з характеристиками досліджуваних популяцій, механізмом ушкодження та часом забору крові. Проте без прямого порівняльного дослідження не можна однозначно пояснити різницю порогових значень лише особливостями ішемічно-реперфузійного ушкодження. Отже, визначені нами пороги слід розглядати як попередні критерії для досліджуваної клінічної ситуації, що потребують перевірки в незалежних когортах.

Багатофакторний логістичний аналіз визначив тривалість ішемії, наявність шоку при надходженні, тяжкість травми за ISS і концентрацію SDC-1 при надходженні як основні компоненти моделі прогнозування посттурнікетного синдрому. За результатами перехресної валідації методом виключення одного спостереження (LOOCV) модель продемонструвала AUC=0,989 (95% ДІ 0,972–1,000), що свідчить про високу дискримінаційну здатність у межах дослідженої вибірки. Водночас ураховуючи загальну кількість 71 пацієнта та 17 випадків синдрому, цей результат необхідно трактувати обережно через ризик перенавчання моделі. Для підтвердження її відтворюваності потрібні зовнішня валідація та оцінювання калібрування на незалежній вибірці.

Окремо встановлено асоціації концентрації SDC-1 з ампутацією кінцівки (p<0,01), летальністю (p<0,001) і розвитком гострого респіраторного дистрес-синдрому (p=0,032). Однак прогностична модель щодо ампутації продемонструвала обмежену дискримінаційну здатність (AUC=0,659; 95% ДІ 0,428–0,891). Це підкреслює важливість розмежування статистичної асоціації біомаркера з несприятливим наслідком та точності індивідуального прогнозування такого наслідку. Висока точність моделі щодо розвитку посттурнікетного синдрому не означає аналогічної точності прогнозування ампутації чи інших ускладнень.

Таким чином, результати дослідження обґрунтовують комплексний підхід до оцінки посттурнікетного синдрому, який передбачає поєднання тривалості ішемії, оцінки тяжкості травми, наявності шоку та визначення SDC-1 у динаміці.

Висновки. У поранених із травмами кінцівок після застосування джгута рекомендується комплексно оцінювати тривалість ішемії, наявність шоку та тяжкість травми за шкалами ISS і MESS.

Для раннього виявлення пацієнтів із високим ризиком посттурнікетного синдрому доцільно визначати концентрацію синдекану-1 при надходженні та повторно через 2 години після зняття джгута. Рівень ≥100 нг/мл при надходженні слід розглядати як підставу для посиленого клінічного спостереження, а не як самостійний діагностичний критерій.

У пацієнтів із високим ризиком рекомендовано проводити динамічний клініко-лабораторний моніторинг рівню синдекану-1, зокрема його рівень через 24 години може доповнювати оцінку динаміки ішемічно-реперфузійного ушкодження.

Багатофакторну модель прогнозування посттурнікетного синдрому доцільно розглядати як перспективний інструмент підтримки клінічних рішень. Перед широким впровадженням необхідні перевірка калібрування та зовнішня валідація на незалежній вибірці пацієнтів.

Список використаних джерел

1. Johansson, P. I., Stensballe, J., Rasmussen, L. S., & Ostrowski, S. R. (2011). A high admission syndecan-1 level, a marker of endothelial glycocalyx degradation, is associated with inflammation, protein C depletion, fibrinolysis, and increased mortality in trauma patients. Annals of Surgery, 254(2), 194–200. https://doi.org/10.1097/SLA.0b013e318226113d
2. Korol, S. O., Rohovskyy, V. M., Vovk, M. S., Schepetov, M. V., Honcharuk, V. S., Sivash, Y. Y., et al. (2024). Features of complex surgical treatment of gunshot wounds of major vessels' combat trauma. Ukrainian Journal of Military Medicine, 5(4), 180–186. https://doi.org/10.46847/ujmm.2024.4(5)-180
3. Miller, T., Polk, T. M., & Henry, S. (2026). Do tourniquets for extremity injuries save lives? Trauma Surgery & Acute Care Open, 11(Suppl. 2), Article e002341. https://doi.org/10.1136/tsaco-2026-002341
4. Rahbar, E., Cardenas Johnstone, C., Matijevic, N., Ocean, H., Wang, Y. W., Holcomb, J. B., et al. (2015). Endothelial glycocalyx shedding and vascular permeability in severely injured trauma patients. Journal of Translational Medicine, 13, Article 117. https://doi.org/10.1186/s12967-015-0481-5
5. Rodriguez, E. G., Ostrowski, S. R., Cardenas, J. C., Baer, L. A., Tomasek, J. S., Henriksen, H. H., Stensballe, J., Cotton, B. A., Holcomb, J. B., Johansson, P. I., & Wade, C. E. (2017). Syndecan-1: A quantitative marker for the endotheliopathy of trauma. Journal of the American College of Surgeons, 225(3), 419–427. https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2017.05.012

6. Rowe, C. J., Walsh, S. A., Spreadborough, P., Dragon, A. H., Ronzier, E., & Davis, T. A. (2023). Tourniquet-induced ischemia creates increased risk of organ dysfunction and mortality following delayed limb amputation. Injury, 54(6), Article 110892. https://doi.org/10.1016/j.injury.2023.02.047
7. Samarskyi, I. M., & Khoroshun, E. M. (2023). Provision of first medical aid for injuries of the limb large vessels in combat conditions. Post-tourniquet syndrome and its prevention. Ukrainian Journal of Military Medicine, 4(2), 50–55. https://doi.org/10.46847/ujmm.2023.2(4)-050
8. Suzuki, K., Okada, H., Sumi, K., Tomita, H., Kobayashi, R., Ishihara, T., Mizuno, Y., Yamaji, F., Kamidani, R., Miura, T., Yasuda, R., Kitagawa, Y., Fukuta, T., Suzuki, K., Miyake, T., Kanda, N., Doi, T., Yoshida, T., Yoshida, S., Tetsuka, N., Ogura, S., & Suzuki, A. (2022). Syndecan-1 as a severity biomarker for patients with trauma. Frontiers in Medicine, 9, Article 985955. https://doi.org/10.3389/fmed.2022.985955
9. White, J. M., Stannard, A., Burkhardt, G. E., Eastridge, B. J., Blackbourne, L. H., & Rasmussen, T. E. (2011). The epidemiology of vascular injury in the wars in Iraq and Afghanistan. Annals of Surgery, 253(6), 1184–1189. https://doi.org/10.1097/SLA.0b013e31820752e3

STATUS OF COLLECTIVE IMMUNITY AGAINST MEASLES AMONG 6-YEAR-OLD CHILDREN IN THE CITY OF KHARKIV

Tsukor Nataliia
Assistant
Department of Hygiene and Social Medicine
V. N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine

Introduction

Within the epidemiological surveillance system for infections controlled by specific preventive measures, immunological monitoring of herd immunity status serves as a key surveillance tool. For airborne infections, the status of population immunity plays a decisive role in curbing the intensity of the epidemic process. Limiting the circulation of pathogens—such as those causing diphtheria, measles, rubella, and mumps—within the population requires that 95% of the country's inhabitants be protected. Immunization is most effective when vaccinations and revaccinations are administered according to the age-specific schedule [1].

Recently, the situation regarding vaccination coverage among target groups has become critically concerning, making it impossible to ensure adequate protection of the population against outbreaks and epidemics of vaccine-preventable diseases. Immunization rates remain extremely low.

According to the consolidated report on preventive vaccinations from healthcare

facilities in the city of Kharkiv for 2022, the vaccination plan for measles was met by only 43.8% for one-year-old children and 43.4% for six-year-old children. While this limited number of vaccinations provides individual protection to those who received the vaccine, it fails to establish a sufficient level of herd immunity among the child population.

Objective

To assess the status of collective immunity against measles among 6-year-old children in the city of Kharkiv in 2022.

Methods

The study employed a method of comparative analysis (comparing titers of specific measles antibodies in the blood serum of 6-year-old children against the protective levels specified in the methodological guidelines "Organization and Conduct of Immunological Monitoring of Infections Controlled by Specific Prophylactic Measures (Diphtheria, Tetanus, Pertussis, and Measles)," approved by Order No. 441 of the Ministry of Health of Ukraine dated July 4, 2006) [2].

Results

In 2022, the virology laboratory of the State Institution "Kharkiv Regional Center for Disease Control and Prevention of the Ministry of Health of Ukraine" analyzed 75 blood serum samples from 6-year-old children in the city of Kharkiv to assess the strength of their immunity against measles (45 samples were collected prior to the measles revaccination, and 30 samples after).

The analysis of the 45 pre-revaccination serum samples revealed that 43 children (95.6%) were seronegative. This indicates a significant decline in immune protection six years after the initial vaccination, which is typically administered at 12 months of age. Among the 30 children tested after revaccination, only 2 were classified as non-immune; their antibody titers were significantly below the protective threshold (1:10), a finding that may point to individual characteristics of the immune system (specifically, immune refractoriness). In the remaining 28 revaccinated children, specific antibody titers ranged from 1:10 to 1:80—a level sufficient to provide immune protection—thereby confirming the effectiveness and timeliness of the measles revaccination [3].

Conclusions

The low level of vaccination against measles among children creates favorable conditions for the spread of this infectious disease and the occurrence of outbreaks and epidemics. Carrying out immunological monitoring allows you to assess the state of collective immunity and subsequently ensure the necessary level of immunization.

The prevention of dangerous infectious diseases should include targeted communication among the population and medical professionals regarding the need for full timely vaccination and revaccination according to the preventive vaccination calendar.

References

1. National Immunization Portal. (2022). URL: https://vaccine.org.ua/infections/kir/.
2. Ministry of Health of Ukraine. (2006). Methodological guidelines "Organization and Conduct of Immunological Monitoring for Infections Controlled by Means of

Specific Prophylaxis (Diphtheria, Tetanus, Pertussis, and Measles)." Verkhovna Rada of Ukraine. Official Web Portal of the Parliament of Ukraine. URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0441282-06#Text**.**
3. State Institution "Kharkiv Regional Center for Disease Control and Prevention of the Ministry of Health of Ukraine". (2022). Information notice «Results of serological tests».

DOI 10.70286/EOSS-26.10.2026.010.214-226

ANTI-INFLAMMATORY POTENTIAL OF ACHILLEA MILLEFOLIUM L., URTICA DIOICA L., MATRICARIA RECUTITA L., AND CALENDULA OFFICINALIS L. IN GEORGIAN MEDICINAL PLANT PRACTICE: A SOURCE-BASED PHARMACOGNOSTIC REVIEW

Dimitri Kochadze MD[1]
Lizi Sanaia MD[2]
Nino Varshanidze MD[3]
Magda Tchezhia MD[4]
[1] Infectious Disease Physician, PhD student of Tbilisi State Medical University, Assistant of Histology, International School of Medicine, Alte University
Orcid ID: https://orcid.org/0009-0009-9976-4724
[2] International Medical School, Alte University, Tbilisi, Georgia
[3] International Medical School, Alte University, Tbilisi, Georgia
[4] International Medical School, Alte University, Tbilisi, Georgia

ABSTRACT

Inflammatory disorders represent a broad clinical and pharmacological field in which plant-derived preparations have historically been used as topical, gastrointestinal, urinary, and supportive remedies. The present source-based review evaluates four medicinal plants with anti-inflammatory relevance in the supplied pharmacognostic literature: Achillea millefolium L., Urtica dioica L., Matricaria recutita L. (syn. Chamomilla recutita), and Calendula officinalis L. The selection was based on three criteria: explicit documentation of anti-inflammatory or antiphlogistic activity in the supplied medicinal-plant books, availability of phytochemical information sufficient for pharmacognostic interpretation, and relevance to Georgian medicinal-plant practice through documented occurrence, cultivation, or use. No external databases, journal searches, or additional internet sources were used.

The reviewed sources show four distinct but partially overlapping pharmacognostic profiles. Achillea millefolium contains volatile oil, flavonoids, sesquiterpene constituents, bitter principles, tannins, coumarins, and related

compounds. Both Georgian and international herbal references characterize yarrow as anti-inflammatory and associate its activity with the proazulene fraction, chamazulene-related constituents, and flavonoids. Urtica dioica is documented throughout Georgia and contains flavonoids, amines, mineral constituents, phenolic compounds, and other constituents. The PDR monograph describes inhibition of cyclooxygenase-derived reactions and leukotriene B4 synthesis by nettle leaf preparations or isolated phenolic material, providing a more direct biochemical link to inflammatory pathways. Matricaria recutita is characterized by a volatile oil rich in bisabolol-related compounds and chamazulene precursors together with flavonoids, especially apigenin derivatives. The supplied monographs describe several anti-inflammatory actions and topical applications, while also showing that not every clinical use has been confirmed consistently. Calendula officinalis contains triterpene alcohols and their esters, flavonoids, carotenoids, saponins, coumarins, and volatile oil. Its strongest source-supported role concerns topical inflammation and wound care, with pharmacological attention focused particularly on faradiol and related triterpenoid fractions.

Taken together, the books support the pharmacognostic relevance of all four plants, but they do not justify treating traditional use, experimental activity, and established clinical efficacy as equivalent forms of evidence. The most defensible interpretation is therefore comparative: these plants provide chemically different anti-inflammatory profiles and illustrate how botanical identity, plant part, preparation, standardization, and safety determine whether a traditional medicinal plant can be translated into a reproducible therapeutic product.

Keywords: Achillea millefolium, Urtica dioica, Matricaria recutita, Calendula officinalis, anti-inflammatory activity, pharmacognosy, medicinal plants, Georgia.

1. INTRODUCTION

Medicinal plants occupy an important position at the intersection of traditional medicine, pharmacognosy, phytochemistry, and modern pharmaceutical development. Their biological effects arise not from the abstract category of a "herb," but from chemically complex raw materials whose composition depends on botanical identity, the medicinally used organ, the stage of collection, processing, storage, and method of preparation. This principle is particularly important when discussing inflammation. The term "anti-inflammatory" may refer to different levels of evidence, including traditional use for inflammatory complaints, experimental inhibition of inflammatory mediators, reduction of edema in pharmacological models, improvement of inflammatory skin or mucosal conditions, or supportive clinical use. These levels should not be conflated.

The Georgian textbook Samkurnalo mcenareebis kultura emphasizes the importance of medicinal raw material, cultivation, collection, and the combined effects of multiple plant constituents. It identifies yarrow, nettle, chamomile, and calendula within the medicinal-plant context and provides species-specific information for several of them. The book describes Achillea millefolium as widely distributed in Georgia and explicitly attributes anti-inflammatory, bactericidal, antiallergic, and wound-healing properties to the aerial parts collected during flowering. Urtica dioica

is likewise described as widespread throughout Georgia, with its leaves serving as medicinal raw material and anti-inflammatory activity listed among its pharmacological properties. Matricaria recutita is presented as an important medicinal plant used in preparations and cultivation, and its essential oil is described as containing chamazulene and bisabolol with specific anti-inflammatory action. Calendula officinalis is described as naturalized in Georgia and as having antimicrobial, choleretic, diuretic, and anti-inflammatory activity (Bidzinashvili and Eradze, 2021, pp. 120-122, 227-229, 279-280, 506-507).

International herbal compendia add a second level of interpretation. PDR for Herbal Medicines provides monograph-style descriptions of medicinal parts, constituents, pharmacological effects, indications, adverse reactions, and preparation. The Encyclopedia of Herbal Medicine similarly integrates botanical identification, principal constituents, key actions, traditional uses, and safety. These sources are useful not because they establish a uniform modern evidence grade, but because they permit comparison of how the same plant is described across pharmacognostic, phytotherapeutic, and traditional frameworks.

The Georgian floristic sources have a different role. Plants of Georgia, the 2022 CENN field guide, is primarily a botanical identification and distribution resource rather than a pharmacology text. It documents Urtica dioica as occurring throughout Georgia from lowland to alpine belts in roadsides, ruderal habitats, forests, and shrublands (CENN, 2022, pp. 810-812). Ketskhoveli's Vegetation Cover of the Georgian SSR provides historical geobotanical context and records both Achillea millefolium and Urtica dioica in Georgian vegetation communities. Such sources strengthen geographical contextualization but should not be used to infer pharmacological efficacy.

Accordingly, the present review separates three questions: whether the species is botanically or geographically relevant to Georgia, what chemical and pharmacological characteristics are attributed to the medicinal raw material, and how cautiously the available book-based evidence should be interpreted in relation to therapeutic use.

2. AIM, OBJECTIVES, AND MATERIALS AND METHODS

The aim of this review is to compare the pharmacognostic and anti-inflammatory profiles of Achillea millefolium L., Urtica dioica L., Matricaria recutita L., and Calendula officinalis L. using only the books supplied for the study. The objectives are to identify the medicinally used plant parts, summarize the principal phytochemical groups described in the sources, examine the pharmacological observations relevant to inflammation, distinguish traditional and supportive uses from stronger monographic claims, characterize major safety considerations, and place the selected plants within a Georgian botanical or medicinal-plant context where the supplied sources permit this.

The review was conducted as a source-based narrative synthesis. Five supplied books were used. The Georgian pharmacognostic and cultivation source was Bidzinashvili and Eradze's Samkurnalo mcenareebis kultura, published in Tbilisi in 2021. The two international herbal references were PDR for Herbal Medicines, edited by Joerg Gruenwald, Thomas Brendler, and Christof Jaenicke in the supplied 2000

edition, and Andrew Chevallier's Encyclopedia of Herbal Medicine, supplied as the 2016 edition. Botanical and geographical context was derived from the CENN field guide Plants of Georgia, 2022, prepared by Kakhaber Sukhitashvili, and Niko Ketskhoveli's Vegetation Cover of the Georgian SSR. No PubMed, Scopus, Google Scholar, websites, contemporary journal articles, or other external sources were consulted.

The plants were selected because the supplied medicinal books contain sufficiently explicit information on inflammatory relevance and phytochemistry. Achillea millefolium is described in detail in the Georgian textbook and in both international references. Urtica dioica has similarly detailed pharmacognostic treatment and, importantly, is directly documented as widespread in the modern Georgian field guide. Matricaria recutita is represented strongly in the international monographs and is also specifically identified in the Georgian medicinal-plant text as a cultivated medicinal plant whose essential oil contains anti-inflammatory constituents. Calendula officinalis is described in the Georgian textbook and the international references, including explicit anti-inflammatory and wound-related uses.

Evidence was organized into four analytical categories. First, botanical identity and medicinal part were recorded because different organs can contain different constituent profiles. Second, phytochemical information was grouped by major classes such as volatile oils, flavonoids, sesquiterpenes, triterpenoids, tannins, polysaccharides, organic acids, and mineral constituents. Third, anti-inflammatory evidence was classified according to the wording of the books: traditional use, monographic indication, experimental effect, or clinical observation summarized by the reference work. Fourth, safety information was retained where it directly affected interpretation.

This method has deliberate limitations. The books differ in publication date, purpose, terminology, and evidentiary standards. PDR frequently summarizes older experimental or clinical studies within its monographs, while Chevallier combines historical, traditional, and research-oriented information. The Georgian cultivation textbook integrates pharmacognosy with botanical and agronomic information. The floristic books do not assess medical efficacy. Therefore, the present review does not assign modern evidence grades or claim that the cited observations represent current clinical guidelines. Its purpose is narrower: to determine what these supplied books, taken together and without external supplementation, support about the anti-inflammatory pharmacognosy of the four selected plants.

3. ACHILLEA MILLEFOLIUM L. (YARROW, FARSMANDUKI)

Achillea millefolium is one of the most consistently documented plants in the supplied sources. The Georgian medicinal-plant textbook describes it as a perennial herb and identifies the flowering aerial shoots as the medicinal raw material. It is characterized as a boreal Eurasian species widely distributed in Georgia, growing in middle mountain and subalpine belts, forest and forest-steppe zones, open woods, forest margins, meadows, grassy slopes, shrublands, and valleys (Bidzinashvili and Eradze, 2021, pp. 227-229). Ketskhoveli's geobotanical work also records A.

millefolium in vegetation descriptions, supporting its place in the Georgian botanical landscape.

The phytochemical profile described by the Georgian source is broad. The aerial material contains flavonoids, the alkaloid achilleine, coumarins, bitter and tannin-like substances, resins, organic acids, inulin, asparagine, mineral salts, ascorbic acid, phylloquinone, carotene, and choline. Leaves and inflorescences contain volatile oil, reported at about 0.85 percent in that source, with monoterpenoid and sesquiterpenoid components including cineole, camphor, thujol, achilleine-related constituents, caryophyllene, azulene, borneol, pinene, limonene, thujone, and bornyl acetate. The PDR monograph likewise identifies volatile oil, sesquiterpene compounds, flavonoids, and other constituents, while Chevallier emphasizes volatile oil, sesquiterpene lactones, flavonoids, achilleine, triterpenes, phytosterols, and tannins (Gruenwald et al., 2000, pp. 833-835; Chevallier, 2016, p. 56).

The anti-inflammatory interpretation is supported in all three medicinal books. Bidzinashvili and Eradze explicitly describe yarrow as anti-inflammatory, bactericidal, antiallergic, and wound healing. The PDR monograph states that the proazulene fraction has anti-edema and anti-inflammatory effects and suggests that the action probably reflects interaction among chamazulene-related compounds and flavonoids. It also notes similarity with chamomile because some components overlap. Chevallier likewise lists anti-inflammatory action and states that both the herb and its volatile oil have demonstrated such activity, while azulenes are described as antiallergenic.

These statements provide a coherent pharmacognostic rationale, but the therapeutic implications require careful separation. In the PDR monograph, Commission E indications emphasize loss of appetite, dyspeptic complaints, and liver and gallbladder complaints rather than a broad systemic anti-inflammatory indication. Wound healing and several other uses are described as unproven or folk uses. The Georgian textbook gives a wider range of uses, including inflammatory urinary tract processes, gastrointestinal conditions, wound healing, and various bleeding disorders. Chevallier similarly describes wound care and several supportive applications. The source set therefore supports anti-inflammatory activity as a property of the plant and its constituent complex, but not the proposition that crude yarrow is a universally established treatment for inflammatory diseases.

Safety also constrains interpretation. PDR reports allergic reactions and contact dermatitis as possible concerns, particularly in individuals sensitive to Asteraceae. Chevallier notes rare allergic reactions and advises against use during pregnancy. These cautions reinforce a central pharmacognostic point: a biologically active volatile-oil and sesquiterpene-containing plant cannot be treated as pharmacologically neutral simply because it is traditional.

4. URTICA DIOICA L. (STINGING NETTLE, CHINCHARI)

Among the four selected plants, Urtica dioica has the clearest direct confirmation of widespread occurrence in the modern Georgian field guide. Plants of Georgia describes it as a perennial herb 60 to 150 cm high, covered with stinging hairs, occurring from lowlands to the alpine belt along roadsides, ruderal sites, forests, and

shrublands, and states that it is distributed throughout Georgia (CENN, 2022, pp. 810-812). The Georgian medicinal-plant textbook similarly characterizes nettle as widespread in Georgia and identifies the leaves as medicinal raw material (Bidzinashvili and Eradze, 2021, pp. 506-507). Ketskhoveli also records U. dioica in forest vegetation and among traditionally used spring greens, providing additional historical ethnobotanical context.

The chemical profile differs substantially from that of yarrow. The Georgian textbook lists chlorophyll, tannins, flavonoids, formic acid, vitamins C, B1, and K, protein, histamine, iron salts, and wax among the constituents of the leaves. PDR provides a more differentiated account of aerial parts and roots. In the aerial parts it describes flavonoids, mineral constituents, amines associated with the stinging apparatus, including histamine, serotonin, and acetylcholine, organic acids, silicic acid, potassium, and other compounds. The root has a different profile that includes sterols, lectins, polysaccharides, hydroxycoumarins, lignans, and related constituents. This distinction matters because leaf or herb preparations and root preparations should not be treated as interchangeable pharmacognostic products (Gruenwald et al., 2000, pp. 729-731).

The most specific anti-inflammatory mechanism among the four plants is described in the PDR nettle monograph. A nettle leaf extract identified as IDS 23 was tested for its ability to inhibit biosynthesis of arachidonic acid metabolites. The monograph reports strong concentration-dependent inhibition of cyclooxygenase-derived reactions. It also states that a phenolic acid isolated from the extract inhibited leukotriene B4 synthesis in a concentration-dependent manner and that the combination of these actions could account for the antiphlogistic effect. The same source discusses antirheumatic and antiarthritic effects in relation to nettle preparations. Chevallier lists nettle as anti-inflammatory and describes its use in arthritic problems, while also noting that research findings for osteoarthritis have been mixed and that some studies evaluated nettle in combinations rather than alone (Chevallier, 2016, p. 146).

The Georgian textbook attributes hemostatic, tonic, diuretic, choleretic, anti-inflammatory, and erythropoiesis-supporting properties to nettle and records use for joint pain and other conditions. These statements are valuable as pharmacognostic and traditional-medical evidence, but they do not eliminate the need to distinguish preparation, dose, and indication. The same plant has very different pharmacological contexts when used as a leaf infusion, a concentrated aerial-part extract, a root preparation for urinary symptoms, or a food plant.

Safety interpretation should likewise remain plant-part specific. The Georgian source lists contraindications in states of increased coagulation, atherosclerosis, and hypertension. PDR and Chevallier discuss different preparations and uses rather than presenting nettle as risk-free. The central conclusion is therefore not merely that nettle is "anti-inflammatory," but that its leaf-derived phenolic and flavonoid-containing preparations provide a source-supported biochemical link to inflammatory mediator pathways, while the overall therapeutic profile remains preparation dependent.

5. MATRICARIA RECUTITA L. (SYN. CHAMOMILLA RECUTITA, GERMAN CHAMOMILE)

Matricaria recutita occupies a distinctive place in the supplied source set because its anti-inflammatory profile is strongly linked to volatile-oil chemistry. The Georgian medicinal-plant textbook lists Matricaria recutita, also referred to as chamomilla, among typical medicinal plants used in herbal preparations and among species cultivated on a large scale. It specifically states that the essential oil of medicinal chamomile contains chamazulene and bisabolol, compounds associated in that text with specific anti-inflammatory action (Bidzinashvili and Eradze, 2021, pp. 120-122). The same book identifies Flores chamomillae, the flowers, as medicinal raw material.

PDR provides the most detailed phytochemical account. Its German Chamomile monograph identifies the fresh or dried flower heads as the principal medicinal material and describes volatile oil containing alpha-bisabolol, bisabolol oxides, chamazulene formed from matricin, spiroether, farnesene, and related constituents. Flavonoids, including apigenin, luteolin, and quercetin derivatives, are also prominent, together with hydroxycoumarins, mucilage, and other compounds (Gruenwald et al., 2000, pp. 331-334). Chevallier similarly lists volatile oil, flavonoids, bitter glycosides, and coumarins, and classifies chamomile as anti-inflammatory, antiallergenic, and antispasmodic (Chevallier, 2016, p. 77).

The pharmacological description in PDR links several constituents to inflammatory processes. Chamazulene is reported to inhibit leukotriene B4 formation. A spiroether-related constituent is described as inhibiting mast-cell degranulation and histamine release. Apigenin is associated with effects on leukocyte adhesion through interference with ICAM-1 upregulation, while the monograph also describes effects on cyclooxygenase-2 and inducible nitric oxide synthase transcription in macrophage models. These mechanisms are important because they show that chamomile's anti-inflammatory designation is not based solely on historical reputation. At the same time, the evidence summarized by the book includes in vitro, experimental, and clinical observations that should not be treated as identical.

The clinical material summarized in PDR illustrates this need for caution. The monograph reports a topical chamomile cream study in inflammatory dermatoses in which the preparation was slightly less effective than low-strength hydrocortisone and performed better than comparator topical agents used in that study. However, another trial involving chamomile mouthwash for chemotherapy-associated stomatitis did not demonstrate a significant difference from placebo. These contrasting observations are scientifically valuable because they prevent selective interpretation. They suggest that the clinical effect of a chamomile preparation depends on indication, formulation, concentration, and study context.

PDR lists several Commission E approved uses that include inflammatory conditions of the skin, mouth, pharynx, gastrointestinal tract, and respiratory tract, as well as wounds and burns. Chevallier emphasizes digestive complaints, mucosal and skin uses, and antispasmodic action. The source-based picture is therefore stronger for local or mucosal inflammatory applications and for preparations in which the flower's

volatile-oil and flavonoid fractions are preserved than for a generalized claim of systemic anti-inflammatory therapy.

Safety remains relevant. Both international sources note the possibility of allergic reactions, particularly in individuals sensitive to plants of the Asteraceae family. Chevallier also cautions that the essential oil should be used internally only under professional supervision. Thus, chamomile demonstrates how a familiar household medicinal plant can have a chemically and pharmacologically complex profile that requires the same attention to identity, preparation, and patient susceptibility as other medicinal raw materials.

6. CALENDULA OFFICINALIS L. (CALENDULA, POT MARIGOLD, GULKVITELA)

Calendula officinalis is particularly relevant to a discussion of topical inflammation and tissue repair. The Georgian medicinal-plant textbook describes it as an annual herb with orange or reddish-orange flower heads and identifies the flower heads and marginal ligulate flowers as medicinal raw material. Its chemical description includes carotenoids such as carotene, lycopene, citraxanthin, violaxanthin, rubixanthin, and flavochrome, together with resins, mucilage, malic acid, alkaloid-like constituents, the bitter substance calendin, inulin in the roots, and fixed oil in the seeds. The source explicitly characterizes calendula as antimicrobial, choleretic, diuretic, and anti-inflammatory and describes use of its tincture for wounds, burns, calluses, warts, and inflammatory conditions of the mouth and throat. It also states that C. officinalis is naturalized in Georgia and is cultivated readily (Bidzinashvili and Eradze, 2021, pp. 279-280).

PDR adds a more detailed triterpenoid-based explanation. The flowers contain triterpene saponins, triterpene alcohols including faradiol and related compounds, flavonoids such as isorhamnetin and quercetin glycosides, hydroxycoumarins, carotenoids, volatile oil, water-soluble polysaccharides, and polyynes (Gruenwald et al., 2000, pp. 497-500). This composition is pharmacognostically significant because calendula's anti-inflammatory profile is not attributed to a single universal marker. Instead, multiple fractions may contribute, with particular attention in the monograph to faradiol and its esters.

The PDR monograph describes anti-inflammatory testing of triterpenediol and faradiol ester fractions in an experimental edema model. It reports that unesterified faradiol showed marked activity and that faradiol monoesters were identified as important anti-inflammatory principles. The same source describes effects on granulation and epithelialization in wound-related experimental contexts. These observations provide a plausible bridge between the plant's chemical composition and its traditional topical use, but the evidence remains preparation specific and should not be transformed into a claim that all calendula products have identical potency.

The monographic indications are correspondingly focused. PDR lists Commission E approved uses for inflammation of the mouth and pharynx and for wounds and burns. It describes external use for inflamed mucosa, poorly healing wounds, ulcers, and acute or chronic skin inflammation. Broader internal uses for

inflammatory organs or gastrointestinal ulceration appear in the monograph as folk or unproven uses and should be labeled accordingly. Chevallier likewise emphasizes skin inflammation, minor wounds, and topical applications while listing anti-inflammatory activity among calendula's key actions (Chevallier, 2016, p. 73).

The distinction between topical and systemic inference is especially important for calendula. A flower preparation used on a localized inflammatory lesion is exposed directly to tissue and may provide a different pharmacological context from oral administration, where absorption, metabolism, and concentration become critical. The supplied books provide meaningful support for calendula's role in local inflammation and tissue repair, but they do not provide a basis for broad claims that oral calendula is an established treatment for systemic inflammatory disease.

Safety appears comparatively favorable in the monographs, although allergy remains possible because calendula belongs to Asteraceae. PDR describes low sensitization potential and rare contact dermatitis in the material it summarizes. Thus, calendula represents a plant for which the strongest book-based argument concerns standardized topical use linked to defined flower chemistry, rather than unrestricted internal use.

7. COMPARATIVE PHYTOCHEMICAL AND PHARMACOLOGICAL INTERPRETATION

Comparison of the four plants shows that the shared label "anti-inflammatory" conceals different chemical architectures and different pharmacological pathways. Achillea millefolium and Matricaria recutita are both rich in volatile-oil constituents and flavonoids, and the supplied references repeatedly connect their azulene-related chemistry with anti-inflammatory or antiallergic effects. However, the two plants are not interchangeable. Yarrow additionally contains bitter principles, tannins, sesquiterpene lactones, achilleine, and other compounds and has a strong historical association with bleeding control and wound care. Chamomile is more consistently framed around flower preparations, mucosal and gastrointestinal applications, antispasmodic activity, and a volatile-oil profile centered on bisabolol-related compounds and chamazulene precursors.

Urtica dioica differs by providing a clearer book-described connection to the arachidonic acid cascade. PDR reports concentration-dependent inhibition of cyclooxygenase-derived reactions by a nettle leaf extract and inhibition of leukotriene B4 synthesis by a phenolic isolate. This does not automatically establish clinical superiority, but it is pharmacologically informative because it identifies measurable effects on recognized inflammatory mediator pathways. The plant's overall chemistry is also different from the Asteraceae species, with flavonoids, phenolic acids, minerals, amines, and other constituents in aerial parts, while the root contains a separate sterol, lignan, lectin, polysaccharide, and coumarin profile.

Calendula officinalis represents a third pattern. Its anti-inflammatory pharmacology in the supplied books is closely associated with triterpenoid fractions, especially faradiol and related esters, in addition to flavonoids, carotenoids, saponins, coumarins, and volatile oil. The practical emphasis is predominantly topical: inflamed

mucosa, skin inflammation, wounds, and burns. This differs from nettle, whose inflammatory relevance is often discussed in relation to arthritic or rheumatic complaints, and from yarrow or chamomile, whose uses span gastrointestinal, mucosal, topical, and other supportive contexts.

The comparison also illustrates why pharmacognostic analysis must specify the plant part. Yarrow monographs refer principally to flowering aerial parts and inflorescences. Nettle leaf and root are chemically distinct medicinal materials and are associated with different therapeutic contexts. Chamomile relies principally on the flower heads. Calendula is likewise centered on flower material. A statement such as "nettle is anti-inflammatory" is therefore incomplete unless it specifies whether the evidence concerns leaf, herb, root, a fresh juice, an extract, or another preparation. The same logic applies to all four plants.

A second shared principle is chemical multiplicity. None of the supplied books presents these plants as pharmacologically meaningful because of only one molecule. Rather, the anti-inflammatory profile appears as the product of constituent groups that may act in parallel or interact. PDR explicitly suggests interaction between chamazulene-related constituents and flavonoids in yarrow. Chamomile combines volatile-oil constituents and flavonoids with several reported anti-inflammatory targets. Calendula combines triterpenoids with flavonoids and other fractions. Nettle combines phenolic, flavonoid, mineral, and other constituents, with experimental evidence for effects on eicosanoid-related pathways.

This chemical multiplicity is scientifically promising but also complicates standardization. Different chemotypes, collection stages, extraction methods, and storage conditions may alter the concentration of relevant constituents. The Georgian cultivation textbook repeatedly emphasizes cultivation, collection, and medicinal raw-material quality, while the international monographs distinguish plant parts and preparations. A reproducible anti-inflammatory herbal product therefore requires more than correct naming of the species. It requires authenticated raw material and a defined preparation whose chemical profile can be controlled.

8. GEORGIAN CONTEXT, EVIDENCE BOUNDARIES, AND SAFETY

The Georgian context should be interpreted at two complementary levels: flora and medicinal-plant practice. The modern CENN field guide directly documents Urtica dioica across Georgia and provides detailed field-identification and habitat information. Ketskhoveli's geobotanical work records both Urtica dioica and Achillea millefolium in vegetation communities, showing that these species have a documented place in the country's vegetation. Bidzinashvili and Eradze provide the pharmacognostic bridge by describing Achillea as widely distributed in Georgia, Urtica as widespread throughout the country, Calendula as naturalized and cultivable, and Matricaria as a medicinal species suitable for cultivation and preparation. This combination is more defensible than assuming that every medicinal plant discussed in an international handbook is automatically part of the spontaneous Georgian flora.

The books also impose clear boundaries on what can be claimed. First, botanical occurrence is not evidence of therapeutic efficacy. A field guide can establish that a

species grows in Georgia, but it cannot establish that its extract reduces inflammation in patients. Second, traditional use is not equivalent to controlled clinical evidence. The Georgian textbook and Chevallier preserve valuable records of customary applications, but such uses should be described as traditional or historical when that is the level of support provided. Third, experimental mechanisms do not by themselves prove clinical effectiveness. Inhibition of cyclooxygenase-related reactions, leukotriene formation, mast-cell degranulation, or experimental edema may support biological plausibility, but the magnitude and reproducibility of patient benefit depend on formulation, exposure, and clinical context.

The chamomile monograph provides a useful example of this hierarchy. PDR reports several mechanistic observations and a topical study with favorable comparative results, but also describes a mouthwash trial in which chamomile did not differ from placebo for chemotherapy-associated stomatitis. A balanced review must retain both findings. Likewise, Chevallier notes mixed research results for nettle in osteoarthritis, including research in which nettle was combined with other agents. These details argue against converting book descriptions into exaggerated claims of efficacy.

Safety is another reason to preserve evidentiary distinctions. Yarrow and chamomile belong to Asteraceae and may cause allergic reactions in susceptible individuals. Calendula, also an Asteraceae species, can rarely produce contact sensitivity. Nettle has its own preparation-specific cautions, and the Georgian source lists circumstances in which use is contraindicated. Pregnancy cautions are noted for yarrow in the international reference, while concentrated essential oils should not be treated as equivalent to ordinary infusions or whole-plant preparations.

A further limitation is the age and nature of the source set. PDR is a comprehensive herbal reference, but the supplied edition was published in 2000 and summarizes literature available at that time. The Georgian cultivation textbook is newer but is not a systematic clinical evidence review. Chevallier is an encyclopedic herbal reference rather than a formal guideline. The floristic books serve botanical rather than therapeutic purposes. Consequently, this article should be read as a pharmacognostic synthesis of the supplied books, not as a current clinical guideline or a substitute for modern systematic evidence assessment.

Within those boundaries, the source set is nevertheless coherent. It supports the view that Georgia has botanical and medicinal-plant resources that can be studied through an integrated approach combining floristic verification, raw-material authentication, phytochemical characterization, pharmacological testing, and safety analysis. The four selected plants provide useful models because their anti-inflammatory relevance arises from different chemical classes and different levels of evidence.

9. CONCLUSIONS

A source-based comparison of Achillea millefolium L., Urtica dioica L., Matricaria recutita L., and Calendula officinalis L. demonstrates that all four possess

anti-inflammatory relevance in the supplied pharmacognostic literature, but the basis and strength of that relevance differ substantially.

Achillea millefolium combines volatile oil, flavonoids, sesquiterpene constituents, tannins, coumarins, and other compounds. Georgian and international sources consistently describe anti-inflammatory activity, with PDR associating this effect particularly with the proazulene fraction, chamazulene-related chemistry, and flavonoids. Its Georgian distribution and long medicinal use make it a strong candidate for local pharmacognostic characterization, although broad therapeutic claims should not exceed the evidence stated in the books.

Urtica dioica has especially strong Georgian botanical relevance because it is documented as widespread throughout the country. Its leaf and herb preparations contain a chemically diverse group of constituents, and PDR reports inhibition of cyclooxygenase-derived reactions and leukotriene B4 synthesis, providing a direct mechanistic link to inflammatory pathways. At the same time, nettle root and aerial parts are chemically and therapeutically distinct and must not be treated as equivalent raw materials.

Matricaria recutita is characterized by anti-inflammatory volatile-oil constituents and flavonoids, especially bisabolol-related compounds, chamazulene precursors, and apigenin derivatives. The supplied sources describe several mechanisms relevant to inflammation and support topical, mucosal, and gastrointestinal uses. However, the clinical observations summarized in PDR are not uniformly positive, illustrating the need to avoid selective interpretation.

Calendula officinalis presents the clearest topical model. Its flowers contain triterpenoids, including faradiol-related constituents, together with flavonoids, carotenoids, saponins, coumarins, and volatile oil. The books support anti-inflammatory and wound-related applications, especially for skin and mucosal conditions, while broader internal uses are less firmly established within the supplied evidence.

Overall, the four plants should not be grouped under a single undifferentiated claim of "natural anti-inflammatory therapy." Their scientific value lies in distinct pharmacognostic profiles that can be investigated through authenticated botanical material, defined medicinal parts, controlled processing, phytochemical standardization, and indication-specific pharmacological testing. The Georgian botanical and cultivation literature provides a foundation for local species authentication and production, while PDR and Chevallier provide comparative pharmacological and safety frameworks. Future experimental work can build on these book-based observations, but any transition to clinical recommendation requires evidence beyond the scope of the present source set.

References

1. Bidzinashvili, R., and Eradze, N. (2021). Samkurnalo mcenareebis kultura: Salekcio kursi [Cultivation of Medicinal Plants: Lecture Course]. Tbilisi: Mtsignobari.
2. CENN. (2022). Sakartvelos mcenareebi [Plants of Georgia: Field Guide]. Field guide prepared by Kakhaber Sukhitashvili. Tbilisi: CENN. ISBN 978-9941-8-3259-8.

3. Chevallier, A. (2016). Encyclopedia of Herbal Medicine. DK Publishing.
4. Gruenwald, J., Brendler, T., and Jaenicke, C. (Scientific Editors). (2000). PDR for Herbal Medicines. Montvale, New Jersey: Medical Economics Company, Inc. ISBN 1-56363-361-2.
5. Ketskhoveli, N. (n.d.). Sakartvelos SSR mcenareuli safari [Vegetation Cover of the Georgian SSR]. Supplied Georgian geobotanical volume. The publication year is not stated in the supplied PDF text used for this review.10. Kochadze, D., Latchkepiani, E., & Makharashvili, R. (2025). Traditional Georgian ethnopharmacology: Historical foundations, medicinal plant cultivation practices, and knowledge transmission pathways. Georgian Scientists, 7(2), 730-744. doi:10.52340/gs.2025.07.02.69
6. Kochadze, D., Latchkepiani, E., Makharashvili, R., Dolidze, N., & Asanidze, N. (2025a). Medicinal geophytes as natural antimicrobial agents - An ethnobotanical review on the example of Georgia. Georgian Scientists, 7(3), 454-467. doi: 10.52340/gs.2025.07.03.27
7. Kochadze, D., Latchkepiani, E., Makharashvili, R., Mgaloblishvili, N., Kuchukhidze, D., Chkhaidze, B., ... Asanidze, N. (2025b). The history of the development of herbalism: From shamanism to scientific medicine. Georgian Scientists, 7(4), 311-325. doi:10.52340/gs.2025.07.04.16
8. Kochadze, D., Latchkepiani, E., Makharashvili, R., & Silagadze, N. (2026). Pharmacognostic profile and ethnopharmacological significance of selected medicinal plants growing on Mount Khvamli. Health Policy, Economics and Sociology, 10(2). https://doi.org/10.52340/healthecosoc.2026.10.02.3

СУЧАСНІ МЕТОДИ ВИЯВЛЕННЯ ТА ТЕРАПІЇ ПУХЛИН ГОЛОВНОГО МОЗКУ

Татарко Сергій Вікторович
д.мед.н., професор
Невідома Анастасія Сергіївна
здобувач вищої освіти
Кафедра морфології, фізіології та загальної патології
Донецький національний медичний університет, Україна

Анотація. Новоутворення головного мозку є однією з найскладніших проблем нейроонкології. В той же час, правильний підхід до лікування є критично важливим, оскільки традиційна комбінація хірургії, променевої та хіміотерапії часто впирається у гематоенцефалічний бар'єр (ГЕБ) і високу гетерогенність пухлин. Сьогодні вибір терапевтичної тактики спирається не лише на локалізацію чи гістологічний тип утворення, а на його молекулярний профіль та ключові онкомаркери.

Ключові слова. Пухлини головного мозку, діагностика, лікування

Мета. Проаналізувати сучасні методи діагностики, моніторингу та лікування новоутворень головного мозку з урахуванням не лише їх локалізації та гістологічної структури, а й молекулярно-генетичного профілю.

Матеріали та методи. Огляд сучасної світової літератури

Результати та обговорення. Інноваційні методи виявлення та моніторингу

1) Стереотаксична біопсія: Точний забір тканин під контролем навігації для гістології та імуногістохімії. Має високий рівень інформативності – точний гістологічний діагноз вдається встановити у **93-95% випадків**. Це безпечна малоінвазивна процедура, а рівень ускладнень низький (не перевищує 2-4%), рідко летальний (менше 1%); Стереотаксична біопсія є незамінною при утвореннях у труднодоступних зонах (стовбур, базальні ганглії), використовується під контролем нейронавігації.

2) Рідинна біопсія (Liquid Biopsy): Виявлення циркулюючої пухлинної ДНК (ctDNA) у ліквор та крові – малоінвазивний спосіб визначити мутації без відкритої хірургії. Через положення спиномозкової рідини у ЦНС виявлення біомаркерів спрощується, адже у периферичній крові перешкодою буде ГЕБ. Безпосередній контакт спиномозкової рідини з ЦНС мінімізує фоновий шум, потенційно підвищуючи точність та чутливість діагностичних аналізів. Спинномозкова рідина містить збагачене джерело маркерів пухлинного походження (циркулююча пухлинна ДНК(цпДНК), мікроРНК(міРНК), білки та позаклітинні везикули;

- **цпДНК** – головний молекулярний біомаркер. Це фрагменти ДНК, які несуть у собі конкретні генні мутації пухлини (наприклад, IDH1/2, мутації в промоторі TERT). Вона показує, які саме генетичні поломки має пухлина.
- **міРНК** – короткі молекули РНК, які регулюють експресію генів. Вони виступають біомаркерами агресивності пухлини, її здатності до метастазування та чутливості до хіміотерапії.
- **позаклітинні везикули (екзосоми)** – «мікробульбашки», які пухлинні клітини виділяють у ліквор або кров. Вони містять білки, мутовану РНК та ДНК, захищені мембраною від руйнування, що робить їх дуже стабільними біомаркерами.

МЕНІНГІОМИ. Менінгіоми – це пухлини центральної нервової системи, які різняться за своєю клінічною картиною, починаючи від доброякісних та повільно зростаючих до дуже агресивних. Особливість патофізіології менінгіом полягає в їхньому анатомічному розташуванні поза ГЕБ, що забезпечує вільну екскрецію пухлиноспецифічних молекул у плазму крові та ліквор.

цпДНК – внаслідок апоптозу та некрозу пухлинних клітини фрагменти геномної ДНК потрапляють у системний кровотік; Аналіз цпДНК дає змогу спочатку виявити патологічні патогномічні драйверні мутації, такі як NF2 (зустрічається у ~50–60% менінгіом; Призводить до втрати білка мерліну, який у нормі стримує поділ клітин. Частіше зустрічається при конвекситальних (на поверхні мозку) та атипових/анапластичних менінгіомах), TRAF7, KLF4, AKT1

та SMO (Характерні для доброякісних менінгіом). Ці мутації виникають у менінгіомах, які НЕ мають мутації NF2. Вони активують клітинні сигнальні шляхи росту.

Виявлення саме **драйверних мутацій** у плазмі крові чи лікворі за допомогою рідинної біопсії дозволяє: Наприклад, якщо у крові виявлено драйверну мутацію SMO, пацієнту можна призначити інгібітор Vismodegib, а якщо мутацію AKT1 - інгібітор Capivasertib, що точково блокує саме той молекулярний механізм, який змушує пухлину рости.

міРНК - Короткі одноланцюгові молекули РНК виділяються клітинами для епігенетичного регулювання пухлинного мікрооточення, ангіогенезу та інвазії. Профілі експресії мікро-РНК у рідкій біопсії корелюють зі ступенем анаплазії менінгіом. Зокрема, підвищений рівень miR-21 асоційований з агресивним інвазивним ростом та анапластичною трансформацією тканин. Висока експресія miR-21 у циркуляції слугує патофізіологічним біомаркером первинної або набутої фармакорезистентності до системної терапії.

Позаклітинні везикули - Активна секреція пухлинними клітинами двошарових ліпідних везикул, що транспортують білки, мутовану РНК та ДНК, захищені від ферментативного деградування. Концентрація пухлиноспецифічних везикул у плазмі крові прямо пропорційна об'єму пухлинної маси та ступеню перифокального набряку. Вміст везикул дозволяє провести метиломний аналіз (профілі метилювання ДНК), що є «золотим стандартом» стратифікації менінгіом за ризиком рецидивування. Зменшення пулу позаклітинних везикул підтверджує системну терапевтичну відповідь пухлини на радіохірургічне або операційне лікування

ГЛІОБЛАСТОМИ. Гліобластома - найагресивніша та найменш сприятлива за прогнозом первинна злоякісна пухлина головного мозку у дорослих.

CAR-T клітинна терапія. Імунотерапія CAR-T спрямована на селективне ураження пухлинних антигенів та забезпечення цитотоксичної активності безпосередньо у складній імуносупресивній ніші гліобластоми. Головною перепоною для ефективності є між- та внутрішньопухлинна гетерогенність. Ключовими молекулярними мішенями, проти яких розробляються CAR-T конструкції, є патологічні рецептори EGFR. Препарати CAR-T безпечно вводяться як системно (периферійно), так і локорегіонально – безпосередньо у лікворні шляхи або ложе пухлини, що дає змогу ефективніше обходити ГЕБ. Більшість клінічних випробувань використовують аутологічні Т-клітини пацієнта для уникнення відторгнення, проте ключовою патофізіологічною проблемою залишається забезпечення їх тривалого приживлення та стійкості в імуносупресивному мікрооточенні.

Рідина біопсія для ГЛІОМИ з використанням безклітинної ДНК у спинномозковій рідині. Ключовою патофізіологічною перепоною при інфільтративних гліомах (Grade 2/4) є наявність щільного ГЕБ, який обмежує пасивний вихід пухлинних маркерів у системний кровотік. Тому спинномозкова

рідина, що безпосередньо омиває пухлинну нішу, слугує основним субстратом для неінвазивної молекулярної діагностики за допомогою вільних фрагментів ДНК. Для аналізу ліквору застосовують дві доповнюючі високопрецизійні технології:

1) **Секвенування наступного покоління (NGS):** Використовується для первинного комплексно-геномного профілювання. Метод базується на одночасному паралельному прочитанні мільйонів послідовностей ДНК у рамках мультитаргетних панелей. Це дозволяє в одному тесті встановити мутаційний статус IDH1/2, наявність ко-делеції 1p/19q, ампліфікацію EGFR та епігенетичний стан промотора MGMT, що необхідно для первинної стратифікації пухлини за класифікацією ВООЗ без ризикованої стереотаксичної біопсії.

2) **Цифрова краплинна ПЛР (PCR):** Використовується для прицільного кількісного аналізу. Шляхом фракціонування виділеної ctDNA на ~20 000 мікрокрапель та автономної ПЛР-ампліфікації метод забезпечує ультрависоку чутливість (детекція до 0.01% мутованого матеріалу). Це робить PCR «золотим стандартом» для швидкої верифікації конкретних поодиноких змін (мутацій IDH1 чи промотора TERT), а також для лонгітудинального моніторингу мінімальної залишкової хвороби.

Клініко-терапевтична цінність комбінованого підходу: Динамічний контроль копійності мутацій IDH1/2 та TERTp за допомогою PCR у спинномозковій рідині зафіксовує молекулярне прогресування хвороби та появу резистентних клонів за 2–4 місяці до появи перших структурних змін на МРТ. Це дає патофізіологічне обґрунтування для вчасної корекції лікування (наприклад, призначення таргетного інгібітора Vorasidenib).

Висновок. Сучасний підхід до лікування пухлин мозку залежить від стану ГЕБ: при менінгіомах молекулярні маркери визначають за плазмою крові, а при гліомах – за спинномозковою рідиною. Комбінація методів NGS та ddPCR для аналізу ліквору дає змогу безпечно встановити діагноз без ризикованої стереотаксичної біопсії, а також виявляє рецидив гліом на 2-4 місяці раніше за МРТ. Це дозволяє вчасно поєднати хірургію з радіохірургію (Gamma Knife) та сучасну таргетну (Vorasidenib) і CAR-T імунотерапію.

Список використаних джерел

1. Smerdi, D., Anastasopoulos, L., Charalampopoulou, E., Liouta, E., & Stranjalis, G. (2026). Coexistence of histologically distinct intracranial tumors: Case series, literature review, and meta-analysis. Surgical neurology international, 17, 162. https://doi.org/10.25259/SNI_1171_2025
2. Izhar, M., Ahmad, Z., Moazzam, M., & Jader, A. (2024). Targeted liquid biopsy for brain tumors. The journal of liquid biopsy, 6, 100170. https://doi.org/10.1016/j.jlb.2024.100170
3. Li, H., Fan, W., Mu, F., Fang, C., Xiao, T., Wan, J., & Cai, H. (2026). Advances in cerebrospinal fluid biomarkers for the diagnosis, treatment and monitoring of leptomeningeal metastases (Review). Oncology letters, 31(6), 266. https://doi.org/10.3892/ol.2026.15621

4. Kim, S. H., & Chae, S. A. (2022). Promising candidate cerebrospinal fluid biomarkers of seizure disorder, infection, inflammation, tumor, and traumatic brain injury in pediatric patients. Clinical and experimental pediatrics, 65(2), 56–64. https://doi.org/10.3345/cep.2021.00241

СУЧАСНИЙ ПОГЛЯД НА ФАКТОРИ РИЗИКУ ТА ТЕОРІЇ ВИНИКНЕННЯ ЕНДОМЕТРІОЗУ

Панасенко Наталія Юріївна
здобувачка вищої освіти 6 курсу
Медичний факультет
Приймак Світлана Григорівна
к.мед.н., асистент
Кафедра акушерства та гінекології
Буковинський державний медичний університет, Україна

Анотація: Ендометріоз є поширеним доброякісним гінекологічним захворюванням, яке діагностують приблизно у 5-10% жінок репродуктивного віку. Основними клінічними проявами є виражений менструальний біль та проблеми з настанням вагітності. Попри численні дослідження, точні механізми виникнення та розвитку ендометріозу досі залишаються остаточно не з'ясованими. Запропоновано декілька гіпотез його походження, серед яких теорія ретроградної менструації, доброякісного метастазування, метаплазії, запальну теорію та генетичної схильності. Серед потенційних чинників ризику досліджують особливості низький індекс маси тіла, шкідливі звички.

Ключові слова: ендометріоз, ендометріоїдна тканини, безпліддя, запалення, ретроградна менструація

Актуальність: Ендометріоз належить до найпоширеніших доброякісних гінекологічних захворювань серед жінок репродуктивного віку. За різними оцінками, його поширеність серед репродуктивних жінок становить приблизно 10-15%. Захворювання може суттєво погіршувати якість життя жінок, негативно впливаючи на їхнє фізичне самопочуття, соціальну активність, професійну діяльність і психологічний стан [1]. Його основною патоморфологічною ознакою є наявність і розростання тканини, подібної до ендометрію, за межами порожнини матки [2]. Ендометріоїдна тканина, подібно до тканини, що в нормі вистеляє матку, зберігає чутливість до гормонів. Внаслідок цього щомісяця ектопічна тканина реагує на гормональні зміни протягом менструального циклу: так само, як і нормальний ендометрій, вона розростається, а потім відторгається, що спричиняє кров’янисті виділення [3]. Особливе клінічне значення має зв'язок ендометріозу з порушеннями репродуктивної функції: серед жінок, які звертаються з приводу безпліддя, частота його виявлення може досягати 30%, а серед жінок із хронічним тазовим болем до 45%.

Не дивлячись на те, що ендометріоз має низку біологічних характеристик, спільних зі злоякісними новоутвореннями, зокрема здатність до інвазивного та прогресуючого росту, залежність від естрогенів, схильність до рецидивування та поширення клітин за межі первинного вогнища, він все ж таки належить до доброякісних захворювань, а його подібність до злоякісних процесів не означає його тотожність з онкологічним процесом [1].

Матеріали та методи: нами був проведений огляд літератури на основі статей, опублікованих у базах даних PubMed за останні 10 років. Аналізувалась актуальна інформація щодо факторів ризику та теорій виникнення ендометріозу.

Мета: провести аналіз літературних джерел, досліджень та визначити фактори ризику та теорії виникнення ендометріозу.

Результати та їх обговорення: Патофізіологічний механізм, за допомогою якого виникає ендометріоз, залишається невідомим. Існує кілька гіпотез, включаючи ретроградну менструацію, гормональний дисбаланс, запальні зміни та генетичну схильність [4].

Щодо до факторів ризику виникнення ендометріозу, то вони включають: раннє менархе, короткий менструальний цикл, дефекти статевих органів, включаючи надмірне розростання дівочої пліви або звуження цервікального каналу, дефіцит індексу маси тіла (ІМТ), щоденне вживання алкоголю в кількості щонайменше 10 г на день та паління [5,6].

Теорія ретроградної менструації

Теорія ретроградної менструації, запропонована Джоном Семпсоном у 1920-х роках, залишається однією з провідних концепцій патогенезу ендометріозу. Згідно з нею, клітини ендометрія потрапляють через маткові труби в черевну порожнину і прикріплюються там. Надалі ці клітини можуть прикріплюватися до очеревини та інших структур малого таза, створюючи передумови для формування ектопічних ендометріоїдних вогнищ.

На користь цієї теорії свідчить локалізація вогнищ ендометріозу, а саме дугласів простір, крижово-маткові зв’язки та ділянка біля верхівки сечового міхура. Ймовірно, рідина, що містить клітини ендометрія, накопичується в анатомічних заглибленнях, після чого клітини інвазують та починають рости. Часто такі вогнища є поверхневими, проте в багатьох випадках вони проростають у навколишні тканини на глибину понад 5 мм [7-9]

Також є припущення, що перша ретроградна кровотеча відбувається при народженні, коли новонароджена дівчинка має різку гормональну депривацію. Вузький внутрішній зів шийки матки, густий цервікальний слиз або вади розвитку перешкоджають нормальному зовнішньому дренажу цієї рідини, яка є джерелом стовбурових клітин. Це може призводити до потрапляння цього вмісту в черевну порожнину. Ці перші імплантати залишатимуться в стані спокою через недостатність рівня естрогенів у дитинстві. Ріст цих вогнищ починається після статевого дозрівання, тобто при активному виробленні естрогенів [10].

На противагу цьому, дані літератури свідчать про те, що у 80% жінок з відкритими фаллопієвими трубами спостерігається ретроградний відтік

менструальної крові, тоді як ендометріоз зустрічається лише у деяких. Це говорить про наявність інших факторів, що визначають виживання клітин ендометрію в черевній порожнині та їх імплантацію [5].

Теорія метастазування

Іншим можливим механізмом виникнення захворювання є теорія доброякісного метастазування. Відповідно до неї, клітини ендометрію можуть поширюватися за межі матки гематогенним або лімфогенним шляхом, спричиняючи утворення ектопічних імплантатів у віддалених органах і тканинах. Результати досліджень мікросудинної анатомії продемонстрували наявність лімфатичного відтоку від тіла матки до яєчників, що дає підстави припускати участь лімфатичної системи у формуванні ендометріоїдних уражень яєчників. Важливим аргументом на користь цієї теорії є виявлення гістологічно підтверджених вогнищ ендометріозу поза межами малого таза, зокрема в кістковій тканині, легенях і головному мозку [8].

Целомічна теорія

Ця теорія базується на припущенні про існування клітин, здатних до диференціації в ендометрії, і ці клітини є попередниками мезодермального епітелію яєчника та тазової очеревини [5]. Хімічні речовини, що порушують роботу ендокринної системи, можуть відігравати передову роль у такій трансформації. Звертаючись до теорії мюллерових залишків, автори стверджують, що залишкові клітини від ембріональної міграції мюллерових проток зберігають здатність розвиватися в ендометріотичні ураження під впливом естрогенів [10]. Водночас самого потрапляння фрагментів ендометрію до черевної порожнини недостатньо для формування ендометріозу. Для виникнення та подальшого розвитку патологічних вогнищ необхідна низка послідовних процесів, серед яких уникнення елімінації клітин імунною системою, прикріплення до мезотелію очеревини, проникнення в прилеглі тканини, формування локальної нервової та судинної мережі, а також забезпечення тривалого виживання й проліферації ектопічних клітин [8]. Ця теорія може пояснити існування ендометріозу в різних ділянках тіла, де є мезотелій, наприклад у плевральній порожнині [5].

Запальна теорія

Попри відмінності між наявними теоріями щодо походження ендометріозу, важливу роль у його розвитку відводять локальній запальній відповіді [2]. Згідно із запальною теорією, ендометріоз розглядається як хронічний запальний стан органів малого таза. У перитонеальній рідині пацієнток виявляють підвищену концентрацію активованих макрофагів і зміни профілю цитокінів та хемокінів, що свідчить про активацію місцевої імунної відповіді. Також зазначено, що розвиток ендометріозу пов'язують з гаптоглобіноподібним білком, який взаємодіє з макрофагами та знижує їхню фагоцитарну активність. Це може сприяти недостатньому видаленню клітин ендометрія з черевної порожнини та їх подальшому виживанню. Крім того, при ендометріозі описано підвищене вироблення низки прозапальних медіаторів, зокрема інтерлейкіну-1β (IL-1β), інтерлейкіну-6 (IL-6), інтерлейкіну-8 (IL-8), фактора некрозу пухлини-альфа (TNF-α) та фактора інгібування міграції макрофагів (MIF). Зміни концентрації цих медіаторів можуть підтримувати запальне мікросередовище,

впливати на функціональну активність імунних клітин і створювати умови для виживання та імплантації ендометріоїдних клітин поза межами матки [10]. Ще одним важливим чинником патогенезу ендометріозу є порушення балансу між Т-хелперами 1-го типу (Th1) та 2-го типу (Th2). Після активації Т-лімфоцити можуть диференціюватися в різні субпопуляції, зокрема Th1- і Th2-клітини, які відрізняються функціональними властивостями та профілем продукованих цитокінів. Th1-лімфоцити переважно забезпечують клітинну імунну відповідь, продукуючи цитокіни, що активують макрофаги та сприяють реалізації клітинних механізмів захисту. Натомість Th2-лімфоцити секретують цитокіни, які беруть участь в активації та диференціації В-лімфоцитів, регуляції гуморальної імунної відповіді та модифікації клітинних імунних реакцій. Згідно з літературними даними, у жінок з ендометріозом спостерігається зміщення імунної відповіді в бік переважання Th2-профілю, що може сприяти послабленню клітинних механізмів імунного контролю та створювати умови для виживання ектопічних клітин ендометрія [5].

Генетична теорія

Прихильники генетичної теорії стверджують, що ендометріоз успадковується приблизно в 50% випадків, а отже існує головний ген, який викликає ендометріоз. Натомість наразі ще теорія про генетичну схильність не є підтвердженою, а ген не знайдено. Також зараз вивчаються такі епігенетичні механізми як метилювання ДНК, кодування гістонів або мікроРНК та їх потенційну роль у виникненні ендометріозу [7].

Висновок: Ендометріоз належить до найпоширеніших гінекологічних захворювань і може суттєво погіршувати фізичне та соціальне благополуччя. Незважаючи на значний обсяг наукових досліджень, єдиної загальновизнаної теорії його виникнення наразі немає. Ймовірно, розвиток захворювання зумовлений складною взаємодією генетичних, гормональних та імунологічних факторів, подальше вивчення яких є важливим для вдосконалення діагностики, лікування та профілактики ендометріозу.

Список використаних джерел

1. Mehedintu C, Plotogea MN, Ionescu S, Antonovici M. Endometriosis still a challenge. J Med Life. 2014 Sep 15;7(3):349-57. Epub 2014 Sep 25. PMID: 25408753; PMCID: PMC4233437.
2. Li Y, Liu H, Ye S, Zhang B, Li X, Yuan J, Du Y, Wang J, Yang Y. The effects of coagulation factors on the risk of endometriosis: a Mendelian randomization study. BMC Med. 2023 May 25;21(1):195. doi: 10.1186/s12916-023-02881-z. PMID: 37226166; PMCID: PMC10210381.
3. Adilbayeva A, Kunz J. Pathogenesis of Endometriosis and Endometriosis-Associated Cancers. Int J Mol Sci. 2024 Jul 11;25(14):7624. doi: 10.3390/ijms25147624. PMID: 39062866; PMCID: PMC11277188.
4. Johnson CY, Grajewski B, Lawson CC, Whelan EA, Bertke SJ, Tseng CY. Occupational risk factors for endometriosis in a cohort of flight attendants. Scand J

Work Environ Health. 2016 Jan;42(1):52-60. doi: 10.5271/sjweh.3538. Epub 2015 Dec 7. PMID: 26645630; PMCID: PMC5193113.
5. Smolarz B, Szyłło K, Romanowicz H. Endometriosis: Epidemiology, Classification, Pathogenesis, Treatment and Genetics (Review of Literature). Int J Mol Sci. 2021 Sep 29;22(19):10554. doi: 10.3390/ijms221910554. PMID: 34638893; PMCID: PMC8508982.
6. Wang Y, Nicholes K, Shih IM. The Origin and Pathogenesis of Endometriosis. Annu Rev Pathol. 2020 Jan 24;15:71-95. doi: 10.1146/annurev-pathmechdis-012419-032654. Epub 2019 Sep 3. PMID: 31479615; PMCID: PMC7980953.
7. Gruber TM, Mechsner S. Pathogenesis of Endometriosis: The Origin of Pain and Subfertility. Cells. 2021 Jun 3;10(6):1381. doi: 10.3390/cells10061381. PMID: 34205040; PMCID: PMC8226491.
8. Burney RO, Giudice LC. Pathogenesis and pathophysiology of endometriosis. Fertil Steril. 2012 Sep;98(3):511-9. doi: 10.1016/j.fertnstert.2012.06.029. Epub 2012 Jul 20. PMID: 22819144; PMCID: PMC3836682.
9. Koninckx PR, Fernandes R, Ussia A, Schindler L, Wattiez A, Al-Suwaidi S, Amro B, Al-Maamari B, Hakim Z, Tahlak M. Pathogenesis Based Diagnosis and Treatment of Endometriosis. Front Endocrinol (Lausanne). 2021 Nov 25;12:745548. doi: 10.3389/fendo.2021.745548. PMID: 34899597; PMCID: PMC8656967.
10. Rolla E. Endometriosis: advances and controversies in classification, pathogenesis, diagnosis, and treatment. F1000Res. 2019 Apr 23;8:F1000 Faculty Rev-529. doi: 10.12688/f1000research.14817.1. PMID: 31069056; PMCID: PMC6480968.

ВНЕСОК ЛЮБОВ ТРОХИМІВНИ МАЛОЇ У РОЗВИТОК КАРДІОЛОГІЇ УКРАЇНИ

Ставицька Олександра Федорівна
здобувачка вищої освіти
Шаніна Вікторія Віталіївна
здобувачка вищої освіти
Чернуха Олександр Васильович
к.іст.н., доцент
Кафедра філософії та суспільних наук
Харківський національний медичний університет, Україна

Актуальність. Серцево-судинні захворювання ще багато років будуть залишатися однією з найважливіших та найактуальніших проблем медицини. Саме це зумовлює необхідність подальшого розвитку методів профілактики, діагностики та лікування. Розвиток кардіології в Україні тісно пов’язаний з Любов Трохимівною Малою. Вона є видатною лікаркою-терапевтом, науковицею, педагогинею та організаторкою медичної науки. Її багаторічна

діяльність була доволі тісно асоційована з Харковом, де вона і сформувала наукову школу та сприяла розвитку спеціалізованої кардіологічної допомоги.

Мета дослідження. Аналіз літератури на тему внеску Любов Трохимівни Малої у розвиток кардіології України.

Матеріали і методи дослідження. Огляд і аналіз статей.

Результат дослідження. Майбутня видатна лікарка Любов Трохимівна Мала з'явилася на світ 13 січня 1919 році в селі Копані Запорізької області в родині селян. Лікарську діяльність вона одразу ж розпочала після завершення навчання на лікувальному факультеті Харківського медичного інституту. У роки Другої світової війни працювала військовою лікаркою, надаючи допомогу пораненим і хворим. Повернувшись після війни до Харкова, Любов Трохимівна продовжила свою професійну діяльність, поєднуючи лікарську практику з дослідницькою та педагогічною роботою. Професор Штейнберг Соломон Якович став її науковим наставником та відіграв доволі значну роль у формуванні її наукових переконань [1,2]. У 1954 році здобула ступінь доктора медичних наук, а в 1955 році стала професоркою [2]. Завдяки багаторічній діяльності та професійному зростанню Л. Т. Мала стала однією з визначних представниць вітчизняної терапії та кардіології. Її шлях став прикладом відданості медицині та розвитку вітчизняної наукової школи [1, 2].

Основними напрямами наукової діяльності Любов Трохимівни Малої були внутрішня медицина, кардіологія та клінічна фармакотерапія. На початку наукового шляху вона досліджувала проблеми фтизіатрії. У подальному також була зосереджена на механізмах розвитку, діагностиці та лікуванні атеросклерозу, гострого інфаркту міокарда, серцевої недостатності та гіпертонічної хвороби. Особливу увагу вчена приділяла дослідженню нейрогуморальної регуляції та її значення для розвитку, першочергово, серцево-судинних та інших захворювань. Завдяки наукової спадщини Малої ми змогли розширити уявлення про механізми виникнення серцево-судинних захворювань і покращити деякі підходи до діагностики та лікування [3].

Організаційна діяльність Малої включала також в себе роботу над підвищенням ефективності надання саме медичної допомоги у сфері серцево-судинних захворювань. У 1970-х роках за її ініціативою в Україні було втілено систему поетапного лікування хворих на інфаркт міокарда, яка включала в себе стаціонарний, санаторно-курортний та амбулаторно-поліклінічний етапи. Крім того, у Харкові з'явилася мережа кардіологічних бригад швидкої медичної допомоги, створювалися реабілітаційні відділення та кардіологічний санаторій. У 1984 році під її керівництвом у реанімаційну практику було впроваджено системну тромболітичну терапію стрептазою, яку застосовували для лікування пацієнтів з інфарктом міокарда. Через ці здобутки смертність від інфаркту міокарда в клініках Харкова на той час була вдвічі нижчою, ніж загалом в Україні [4].

До того ж важливою подією стало створення за ініціативи Л. Т. Малої спеціалізованого наукового центру з вивчення захворювань внутрішніх органів. Першим етапом становлення майбутнього інституту стало відкриття у 1981 році

харківської філії Київського науково-дослідного інституту кардіології імені М. Д. Страженка, після чого вже у 1986 році на її основі організували Харківський науково-дослідний інститут терапії. Любов Трохимівна стала не тільки його засновницею, але й ще і першою директоркою. Через деякий час інститут отримав ім'я видатної української вченої та продовжив свій розвиток в науковому напрямку [5].

Любов Трохимівна приділяла значну увагу викладацькій роботі та підготовці наукових кадрів. З 1955 року вона очолювала кафедру факультетської та госпітальної терапії Харківського державного медичного університету, де і займалась навчанням майбутніх лікарів і розвитком наукових досліджень у сфері терапії та кардіології. За її участю було підготовлено 35 докторів та 186 кандидатів медичних наук [6].

Творча спадщина вченої нараховує понад 700 наукових робіт, зокрема 24 монографії, у яких можна побачити актуальні проблеми внутрішніх хвороб, серцево-судинної патології та клінічної фармакології. Наукові досягнення були відзначені численними державними нагородами. У 1999 році їй присвоїли звання Героя України, а вже у 2003 році, посмертно, присудили Державну премію України в галузі науки і техніки за цикл фундаментальних праць з кардіології. Ці відзнаки засвідчують значення її діяльності для розвитку медичної науки [3, 7].

Висновок. Діяльність Любові Трохимівни Малої відіграла вагому роль у становленні та розвитку кардіології в Україні. Її наукові дослідження доволі сильно допомогли нам поглибити знання про механізми розвитку серцево-судинних захворювань, удосконалити методи діагностики та лікування. Також важливим внеском можна вважати впровадження системи поетапного лікування хворих на інфаркт міокарда, розвиток спеціалізованої кардіологічної допомоги та створення науково-дослідного інституту терапії в Харкові. Крім того, значущим стала її педагогічна діяльність та підготовка наукових кадрів, які надалі продовжили розвиток медичної науки.

Список використаних джерел

1. Харківський національний медичний університет. (2026). Любов Малая – постать епохи української медицини. ХНМУ. https://knmu.edu.ua/news/lyubov-trohymivna-malaya-postat-epohy-ukrayinskoyi-medyczyny
2. Національна академія медичних наук України. (2022). Пам'яті Любові Трохимівни Малої. НАМН України. https://amnu.gov.ua/pamyati-lubovi-trihimivny-maloi
3. Бабак О. Я. Мала Любов Трохимівна. Фармацевтична енциклопедія. https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/1312/mala-lyubov-troximivna
4. Державна установа «Національний інститут терапії імені Л. Т. Малої НАМН України». Академік Мала. Національний інститут терапії імені Л. Т. Малої НАМН України. https://www.therapy.org.ua/index.php?Itemid=249&id=189&lang=uk&option=com_content&view=article

5. Національна академія медичних наук України. (2019). Національний інститут терапії імені Л. Т. Малої НАМН України. НАМН України. https://amnu.gov.ua/naczionalnyj-instytut-terapiyi-imeni-l-t-maloyi-namn-ukrayiny
6. Національна академія медичних наук України. (2019). Мала Любов Трохимівна. НАМН України. https://amnu.gov.ua/mala-lyubov-trohymivna
7. Харківський історичний музей імені М. Ф. Сумцова. Наукові публікації. Харківський історичний музей. https://museum.kh.ua/academic/publications.html?n=938

DOI 10.70286/EOSS-26.10.2026.011.237-240

ТЕРАПЕВТИЧНЕ ВІКНО МІЖ МОЛЕКУЛЯРНОЮ РЕЗИСТЕНТНІСТЮ ТА РАДІОЛОГІЧНИМ ПРОГРЕСУВАННЯМ: КЛІНІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ESR1-МОНІТОРИНГУ ПРИ ПОШИРЕНОМУ РАКУ МОЛОЧНОЇ ЗАЛОЗИ

Гривкова Лариса Володимирівна
асистент кафедри онкології,
кандидат медичних наук,
Гривков Святослав Сергійович
здобувач вищої освіти
Національний медичний університет
імені О. О. Богомольця, Київ, Україна

Анотація. Молекулярні механізми ендокринної резистентності можуть формуватися раніше за клініко-радіологічне прогресування HR-позитивного/HER2-негативного поширеного раку молочної залози. У роботі проаналізовано клінічне значення визначення набутих мутацій ESR1 у циркулюючій пухлинній ДНК (ctDNA) для вибору моменту зміни ендокринного компонента лікування. Зіставлено рандомізовані дослідження PADA-1 і SERENA-6, включно з оновленими результатами 2026 року. Показано, що молекулярно-кероване переключення може покращувати виживаність без прогресування, однак оптимальна послідовність терапії та вплив на загальну виживаність потребують подальшого вивчення. Сформульовано критерії клінічної інтерпретації ESR1-позитивного результату без ототожнення молекулярної знахідки з радіологічним прогресуванням.

Ключові слова: рак молочної залози; циркулююча пухлинна ДНК; рідинна біопсія; ESR1; ендокринна резистентність; випереджувальна терапія; SERENA-6.

Вступ

При HR-позитивному/HER2-негативному поширеному раку молочної залози (РМЗ) клінічне рішення про зміну системного лікування традиційно пов'язують із документованим прогресуванням. Проте пухлинна еволюція є безперервною: під селективним тиском інгібіторів ароматази можуть зростати субклони з активувальними мутаціями ESR1, які підтримують сигналізацію естрогенового рецептора α за низьких концентрацій естрогенів. Відповідно, молекулярна резистентність до окремого ендокринного компонента здатна виникнути раніше, ніж прогресування стане вимірюваним за радіологічними критеріями.

Серійний аналіз циркулюючої пухлинної ДНК (circulating tumor DNA, ctDNA) надає можливість виявляти такі зміни без повторних інвазивних біопсій. Однак наявність технології раннього виявлення біомаркера ще не доводить користі негайної зміни лікування. Необхідно послідовно розмежовувати аналітичну достовірність тесту, клінічну значущість мутації та ефективність втручання, здійсненого саме в момент її появи [1].

Мета та завдання дослідження

Оцінити клінічне значення часового інтервалу між виявленням ESR1-асоційованої резистентності в ctDNA та радіологічним прогресуванням HR-позитивного/HER2-негативного поширеного РМЗ. Основні завдання: зіставити результати ранньої заміни інгібітора ароматази в дослідженнях PADA-1 та SERENA-6; визначити межі доказовості стратегії; сформулювати критерії інтерпретації молекулярного тригера в клінічній практиці.

Матеріали та методи

Проведено цільовий наративний аналіз первинних публікацій двох рандомізованих досліджень III фази — PADA-1 і SERENA-6, розширеного аналізу SERENA-6 за 2026 рік, рекомендацій ESMO та актуального регуляторного повідомлення FDA, доступних станом на 20 жовтня 2026 року [1–5]. Оцінювали молекулярний критерій переключення, характеристики рандомізованої популяції, лікувальну стратегію, виживаність без прогресування (ВБП), виживаність без другого прогресування (ВБП2, PFS2) та невизначеності, пов'язані з відкладеною зміною терапії. Власні клінічні дані не аналізували; робота не є систематичним оглядом або метааналізом.

Результати та їх обговорення

У PADA-1 серійне тестування проводили у 1017 пацієнтів, які отримували інгібітор ароматази разом із палбоциклібом. Підвищення ESR1-мутантного сигналу було виявлено у 279 осіб, а 172 пацієнтів без одночасного прогресування рандомізовано на ранню заміну інгібітора ароматази фулвестрантом із продовженням палбоциклібу або на збереження попередньої терапії. Медіана ВБП від моменту рандомізації становила відповідно 11,9 та 5,7 місяця (HR 0,61; 95% ДІ 0,43–0,86; p=0,0040) [2]. Це дослідження надало перший рандомізований доказ клінічної користі втручання за молекулярним, а не радіологічним тригером.

SERENA-6 перевіряло той самий принцип у міжнародному подвійному сліпому дизайні. Після щонайменше шести місяців першої лінії інгібітора ароматази та інгібітора CDK4/6 пацієнтів із нововиявленою ESR1-мутацією без прогресування рандомізували на перехід до камізестранту або продовження інгібітора ароматази; попередній інгібітор CDK4/6 зберігали. Із 3256 протестованих пацієнтів рандомізовано 315. Первинний аналіз показав медіану ВБП 16,0 проти 9,2 місяця (HR 0,44; 95% ДІ 0,31–0,60) [3].

Оновлений аналіз SERENA-6 за медіани спостереження 23,5 місяця засвідчив збереження переваги за ВБП (16,8 проти 9,2 місяця; HR 0,45; 95% ДІ 0,34–0,59) та покращення ВБП2: 25,7 проти 19,1 місяця (HR 0,63; 95% ДІ 0,46–0,86) [4]. Остання кінцева точка має особливе значення: її покращення свідчить про збереження переваги й під час наступного етапу лікування. Водночас ВБП2 не є заміною загальної виживаності та залежить від подальших лікувальних рішень.

Таблиця 1 – Клінічні докази ранньої зміни ендокринної терапії на підставі ESR1 у ctDNA

Показник	PADA-1 [2]	SERENA-6 [3, 4]
Рандомізовано	172 (88/84)	315 (157/158)
Терапевтичне переключення	Фулвестрант замість інгібітора ароматази; палбоцикліб збережено	Камізестрант замість інгібітора ароматази; CDK4/6-блокаду збережено
ВБП, первинний аналіз	11,9 проти 5,7 міс.; HR 0,61	16,0 проти 9,2 міс.; HR 0,44
Подальша клінічна користь	Перевага всієї послідовності лікування остаточно не встановлена	ВБП2: 25,7 проти 19,1 міс.; HR 0,63

Разом ці дослідження підтверджують клінічну корисність випереджувального переключення у чітко визначеній молекулярній популяції, але не доводять універсальної переваги ранньої зміни будь-якого ендокринного препарату. У PADA-1 втручання вивчали на тлі палбоциклібу, тоді як у SERENA-6 допускали три інгібітори CDK4/6; абсолютні медіани ВБП не слід безпосередньо порівнювати між випробуваннями через відмінності дизайну й популяцій. Головне невирішене питання — чи перевершує раннє переключення стратегію, за якої той самий активний препарат призначають після радіологічного прогресування.

Регуляторним наслідком отриманих даних стало прискорене схвалення FDA 4 вересня 2026 року камізестранту в комбінації з інгібітором CDK4/6 для визначеної групи пацієнтів із нововиявленими мутаціями ESR1. Прискорений характер схвалення передбачає необхідність подальшого підтвердження клінічної користі; дані загальної виживаності залишаються незрілими [5]. Воно не означає автоматичної реєстрації препарату в Україні.

Практична інтерпретація позитивного тесту потребує одночасного виконання трьох умов: наявності аналітично валідованого результату; відповідності терапевтичної ситуації популяції, у якій стратегію досліджено; доступності

лікування з підтвердженою ефективністю. Негативний плазмовий результат за низької пухлинної фракції не виключає резистентного субклону, а виявлення інших терапевтичних мішеней саме по собі не обґрунтовує випереджувальної зміни дієвої схеми [1]. Таким чином, молекулярний моніторинг повинен доповнювати, а не замінювати клінічне та інструментальне оцінювання захворювання.

Висновки

Рандомізовані дослідження PADA-1 та SERENA-6 підтвердили, що виявлення набутих мутацій ESR1 у ctDNA до радіологічного прогресування може бути клінічно значущим тригером цілеспрямованої зміни ендокринного компонента лікування при HR-позитивному/HER2-негативному поширеному РМЗ. Оновлені результати SERENA-6 щодо ВБП2 посилюють доказову базу, однак не усувають невизначеності стосовно довгострокової переваги раннього втручання за загальною виживаністю.

Цінність ctDNA-моніторингу визначається можливістю перетворити достовірний молекулярний сигнал на втручання з доведеною користю. Екстраполяція цієї стратегії на інші біомаркери та клінічні ситуації потребує окремої проспективної валідації.

Список використаних джерел

1. Pascual J., Attard G., Bidard F.-C. et al. ESMO recommendations on the use of circulating tumour DNA assays for patients with cancer: a report from the ESMO Precision Medicine Working Group. Annals of Oncology. 2022. Vol. 33, No. 8. P. 750–768. DOI: 10.1016/j.annonc.2022.05.520.
2. Bidard F.-C., Hardy-Bessard A.-C., Dalenc F. et al. Switch to fulvestrant and palbociclib versus no switch in advanced breast cancer with rising ESR1 mutation during aromatase inhibitor and palbociclib therapy (PADA-1): a randomised, open-label, multicentre, phase 3 trial. The Lancet Oncology. 2022. Vol. 23, No. 11. P. 1367–1377. DOI: 10.1016/S1470-2045(22)00555-1.
3. Bidard F.-C., Mayer E. L., Park Y. H. et al. First-Line Camizestrant for Emerging ESR1-Mutated Advanced Breast Cancer. New England Journal of Medicine. 2025. Vol. 393, No. 6. P. 569–580. DOI: 10.1056/NEJMoa2502929.
4. Turner N. C., Mayer E. L., Park Y. H. et al. Switching to camizestrant at ESR1 mutation emergence before disease progression during first-line treatment of hormone receptor-positive advanced breast cancer (SERENA-6): extended analysis of a double-blind, placebo-controlled, randomised, phase 3 trial. The Lancet Oncology. 2026. Vol. 27, No. 8. P. 941–958. DOI: 10.1016/S1470-2045(26)00287-1.
5. U.S. Food and Drug Administration. FDA grants accelerated approval to camizestrant with a CDK4/6 inhibitor for ESR1-Mutated HR-positive, HER2-negative locally advanced or metastatic breast cancer. 4 September 2026. URL: https://www.fda.gov/drugs/resources-information-approved-drugs/fda-grants-accelerated-approval-camizestrant-cdk46-inhibitor-esr1-mutated-hr-positive-her2-negative (дата звернення: 20.10.2026).

ВИСОКОПОТОКОВА НАЗАЛЬНА ОКСИГЕНОТЕРАПІЯ ПРИ ГОСТРІЙ ГІПОКСЕМІЧНІЙ ДИХАЛЬНІЙ НЕДОСТАТНОСТІ: СУЧАСНІ МОЖЛИВОСТІ ТА ОБМЕЖЕННЯ

Ксьонз Ольга Сергіївна
здобувачка освіти 6 курсу
ІІ медичний факультет
Котелюх Марія Юріївна
д.мед.н., доцент
Кафедра внутрішньої медицини № 2,
клінічної імунології та алергології ім. академіка Л.Т. Малої
Харківський національний медичний університет

Вступ. Гостра гіпоксемічна дихальна недостатність (ГГДН) є невідкладним клінічним станом, що супроводжується недостатнім насиченням артеріальної крові киснем і може виникати при пневмонії, гострому респіраторному дистрес-синдромі, вірусних ураженнях легень та інших гострих патологічних процесах. Традиційна оксигенотерапія через носові канюлі або маску має обмежену здатність забезпечувати стабільну концентрацію кисню за високої потреби пацієнта. Високопотокова назальна оксигенотерапія (ВПНО; HFNC) подає підігріту та зволожену газову суміш із високою швидкістю потоку, що дає змогу точніше контролювати FiO_2, зменшувати розведення кисню атмосферним повітрям, вимивати частину анатомічного мертвого простору та знижувати роботу дихання [1, 2]. Водночас ВПНО не усуває причину дихальної недостатності й не повинна затримувати інтубацію за прогресування дихального виснаження.

Мета. Проаналізувати сучасні дані щодо фізіологічних переваг, клінічної ефективності та обмежень високопотокової назальної оксигенотерапії у дорослих пацієнтів із гострою гіпоксемічною дихальною недостатністю.

Матеріали та методи. Проведено огляд міжнародних клінічних рекомендацій Європейського респіраторного товариства, рандомізованих клінічних досліджень і публікацій, присвячених застосуванню ВПНО при гострій гіпоксемічній дихальній недостатності. Особливу увагу приділено порівнянню ВПНО зі стандартною оксигенотерапією та неінвазивною вентиляцією, клінічним кінцевим точкам і критеріям своєчасного переходу до інвазивної респіраторної підтримки [1–5].

Результати. ВПНО має низку фізіологічних переваг: подача газової суміші з потоком, що може відповідати або перевищувати інспіраторну потребу пацієнта, забезпечує більш стабільну FiO_2; активне зволоження та підігрівання покращують переносимість і сприяють мукоциліарному кліренсу; помірний позитивний тиск наприкінці видиху та зменшення повторного вдихання газу з мертвого простору можуть полегшувати дихальну роботу [1, 2]. На відміну від

неінвазивної вентиляції, метод не потребує щільної лицевої маски, що полегшує спілкування, приймання їжі та догляд за пацієнтом.

У рекомендаціях ERS 2022р. [1], SRLF-SFMU 2024р. [5] умовно рекомендовано надавати перевагу ВПНО перед стандартною оксигенотерапією у дорослих із гострою гіпоксемічною дихальною недостатністю; також ВПНО може розглядатися замість неінвазивної вентиляції в окремих пацієнтів цієї групи. Водночас сила рекомендацій залежить від клінічного сценарію, а певність доказів для порівняння з неінвазивною вентиляцією є низькою.

У дослідженні FLORALI за участю пацієнтів із гострою гіпоксемічною дихальною недостатністю без гіперкапнії загальна частота інтубації між трьома групами лікування статистично значуще не відрізнялася. У групі ВПНО спостерігали сприятливіші результати за окремими вторинними показниками, зокрема смертністю через 90 днів, однак ці дані слід інтерпретувати з урахуванням дизайну дослідження та характеристик включених пацієнтів [2].

Новіші дані також підкреслюють, що клінічний ефект ВПНО не можна оцінювати лише за покращенням сатурації. У рандомізованому дослідженні SOHO, опублікованому у 2026 році, ВПНО не знизила 28-денну смертність порівняно зі стандартною оксигенотерапією, хоча частота інтубації була нижчою у групі ВПНО [4]. Це свідчить про необхідність індивідуального вибору респіраторної підтримки та оцінювання не лише оксигенації, а й динаміки клінічного стану.

Під час застосування ВПНО необхідно регулярно контролювати частоту дихання, SpO_2, участь допоміжної мускулатури, гемодинаміку, рівень свідомості та газовий склад артеріальної крові за показаннями. Для оцінювання ризику невдачі ВПНО може використовуватися індекс ROX — співвідношення SpO_2/FiO_2 до частоти дихання; його динаміка допомагає структурувати спостереження, але не замінює клінічної оцінки. Збереження або наростання тахіпное, виражене дихальне зусилля, погіршення оксигенації, порушення свідомості чи гемодинамічна нестабільність потребують термінового перегляду тактики та оцінювання показань до інтубації [1, 3]. ВПНО не є заміною інвазивної вентиляції у пацієнтів із невідкладною потребою в захисті дихальних шляхів, зупинкою дихання або швидким клінічним погіршенням.

Висновки. Високопотокова назальна оксигенотерапія є важливим методом неінвазивної респіраторної підтримки дорослих із гострою гіпоксемічною дихальною недостатністю. Її перевагами є покращення оксигенації, зручність і добра переносимість, а також потенційне зниження потреби в інтубації в окремих клінічних групах. Проте ВПНО не демонструє універсальної переваги щодо смертності та потребує безперервного моніторингу. Визначальними умовами безпечного застосування є правильний відбір пацієнтів, повторна оцінка відповіді на лікування та своєчасна ескалація респіраторної підтримки за ознак невдачі методу.

Ключові слова: високопотокова назальна оксигенотерапія, гостра гіпоксемічна дихальна недостатність, оксигенація, неінвазивна респіраторна підтримка, інтубація, індекс ROX.

Список використаних джерел

1. Oczkowski S., Ergan B., Bos L. et al. ERS clinical practice guidelines: high-flow nasal cannula in acute respiratory failure. European Respiratory Journal. 2022;59(4):2101574. https://doi.org/10.1183/13993003.01574-2021
2. Frat J.-P., Thille A. W., Mercat A. et al.; FLORALI Study Group. High-flow oxygen through nasal cannula in acute hypoxemic respiratory failure. New England Journal of Medicine. 2015;372:2185–2196. https://doi.org/10.1056/NEJMoa1503326
3. Roca O., Caralt B., Messika J. et al. An Index Combining Respiratory Rate and Oxygenation to Predict Outcome of Nasal High-Flow Therapy. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine. 2019;199(11):1368–1376. https://doi.org/10.1164/rccm.201803-0589OC
4. High-Flow or Standard Oxygen in Acute Hypoxemic Respiratory Failure. New England Journal of Medicine. 2026. https://doi.org/10.1056/NEJMoa2516087
5. Société de Réanimation de Langue Française (SRLF), Société Française de Médecine d'Urgence (SFMU). Oxygen therapy in acute hypoxemic respiratory failure: guidelines from the SRLF-SFMU consensus conference. Annals of Intensive Care. 2024. https://doi.org/10.1186/s13613-024-01367-2

ARTIFICIAL INTELLIGENCE-BASED ANALYSIS OF DIGITAL HISTOLOGICAL IMAGES

Chernikova Halyna
Candidate of Medical Sciences, Associate Professor
Department of Histology, Cytology and Embryology
Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine

Abstract. The theses summarize current applications of artificial intelligence in the analysis of digital histological images. The use of machine learning and deep learning for cell and nuclear segmentation, classification of tissue structures, and automated morphometric analysis is discussed. The main limitations of these technologies are identified, and the importance of data standardization, external validation, and reproducibility of results is emphasized.

Keywords: artificial intelligence, machine learning, deep learning, digital histology, digital pathology, histological images, cell segmentation, classification, morphometry, pathomics.

Introduction. The digitization of histological slides has created opportunities for the automated analysis of morphological information using artificial intelligence (AI) algorithms. Machine learning (ML) and deep learning (DL) methods enable the analysis of digital histological images at different levels, ranging from individual cells and nuclei to tissue structures and entire digital histological slides [1,2].

Machine learning traditionally uses predefined morphological features to develop classification or prediction models, whereas deep learning methods can automatically

learn hierarchical feature representations without requiring all features to be manually defined [2,3]. This expands the possibilities for automated segmentation, recognition, and quantitative assessment of morphological structures.

Aim and Objectives of the Study. The aim of the study is to summarize current approaches to the application of artificial intelligence in the analysis of digital histological images.

Objectives of the study: 1. To characterize the application of machine learning and deep learning for the segmentation and classification of histological structures. 2. To examine the potential of automated morphometric analysis and the use of modern foundation models. 3. To identify the main limitations of AI and the conditions required for the reliable application of relevant algorithms in digital histology.

Materials and Methods. An analysis of open-access, full-text scientific publications on the application of artificial intelligence, machine learning, and deep learning in digital histology and computational pathology was conducted. Particular attention was paid to segmentation algorithms, classification, quantitative morphological analysis, and modern approaches to transfer learning and self-supervised learning of models.

Results and Discussion. The application of AI to the analysis of digital histological images involves several interrelated stages: image preprocessing, identification of morphological objects, segmentation, feature extraction, classification, and quantitative assessment. This sequence forms the basis for the automated morphological analysis of digital slides [1,2].

Cell and nuclear segmentation is one of the fundamental applications of deep learning. Its purpose is to identify the boundaries of individual cellular or tissue structures, enabling subsequent object counting and measurement of their morphometric characteristics. DL algorithms are used to segment nuclei, cells, epithelial structures, glands, and other morphological components of histological images [2,4].

Segmentation is particularly important because subsequent quantitative analysis depends on the accurate identification of the objects under investigation. Once cells or nuclei have been delineated, their area, perimeter, shape, and dimensions can be calculated automatically. Depending on the research objective and image quality, other quantitative characteristics may also be assessed. Thus, segmentation algorithms provide the foundation for transforming a digital image into a structured set of morphological data [4,5].

Another important area is the classification of histological images and tissue structures. Machine learning and deep learning enable individual regions of a digital slide to be assigned to specific morphological classes, normal and pathologically altered tissues to be distinguished, histological types to be identified, and the degree of pathological changes to be assessed [1,3]. Various neural network architectures are used for these purposes, including convolutional neural networks and modern transformer-based models [3,7].

An important advantage of deep learning is the ability of models to automatically identify complex combinations of morphological features that may not be readily

apparent using conventional image analysis. However, model performance depends on the quality and representativeness of the training data, the accuracy of annotations, and the consistency between training and test images [2,6].

A separate area of application is the automation of morphometric analysis. Combining deep-learning-based segmentation with quantitative feature extraction algorithms makes it possible to obtain large datasets of morphometric parameters without manually measuring every object. This approach has been further developed within the concept of next-generation morphometry and pathomics, which involves the systematic extraction of numerous quantitative characteristics of tissue structures from digital histological images [5].

A notable example is the application of deep-learning-based semantic segmentation for large-scale morphometric analysis of renal tissue. The authors demonstrated the feasibility of automatically extracting interpretable morphometric features from large numbers of histological images and subsequently using them to characterize morphological phenotypes and investigate associations between morphometric parameters and clinical variables [5].

Thus, AI shifts morphological analysis from predominantly qualitative description toward the quantitative characterization of tissue organization. Automated determination of cell counts, nuclear size and shape, the proportions of tissue components, and their spatial distribution can support the standardized analysis of large histological datasets. The specific set of parameters depends on the tissue type, the research objective, and the capabilities of the algorithm [4,5].

An important area of current research is self-supervised learning and foundation models for computational pathology. These models are pretrained on large collections of histological images, after which the learned representations can be adapted to different tasks. For example, the UNI model was trained on more than 100 million tissue image patches from over 100,000 digital histological slides and demonstrated transferability across a broad range of computational pathology tasks [7].

Another emerging direction involves multimodal (vision-language) models that combine digital image information with textual descriptions. The CONCH model generates joint representations of images and text and can be applied, among other tasks, to histological image classification and retrieval using visual and textual information. The ability to perform specific tasks depends on how the model is used [8].

Despite their considerable potential, the application of AI in digital histology has several limitations. These include variability in staining and scanning, differences between laboratories, insufficient availability of high-quality annotated data, potential distribution shifts (domain shift), and the limited interpretability of some models. Consequently, high algorithmic accuracy on one image dataset does not guarantee comparable performance when the algorithm is applied to material from another laboratory or under different slide preparation and digitization conditions [1,3,6].

Current research emphasizes the need for independent validation of AI models, data standardization, and assessment of their robustness on external image datasets. Ensuring the reproducibility of results is particularly important because automated

morphological analysis must be not only accurate but also reliable when applied to different types of histological material [1,6].

Conclusions: Machine learning and deep learning methods significantly expand the capabilities of digital histological image analysis. Their main applications include cell and nuclear segmentation, recognition of tissue structures, classification of histological images, and automated morphometric analysis. The integration of deep learning with quantitative morphological feature extraction forms the basis of pathomics and facilitates the transition from subjective visual assessment to standardized quantitative tissue analysis. Further advances in foundation models and multimodal systems are expanding the possibilities for comprehensive analysis of digital histological data. However, the widespread practical application of AI requires data standardization, external model validation, assessment of reproducibility, and improved interpretability of the results.

References

1. Zhang, X.-M., Gao, T.-H., Cai, Q.-Y., Xia, J.-B., Sun, Y.-N., Yang, J., Li, W.-H., Zhang, S.-X.-M., Lou, H.-R., Yu, X.-T., Hu, K.-W., Ye, J.-W., Zhang, J.-X., Lei, J., Cheng, L.-C., Xu, L.-J., Chen, Q., Wang, H.-X., Gan, M.-F., . . . Feng, Z.-L. (2026). Artificial intelligence in digital pathology diagnosis and analysis: Technologies, challenges, and future prospects. Military Medical Research, 12, Article 93. https://doi.org/10.1186/s40779-025-00680-6
2. Janowczyk, A., & Madabhushi, A. (2016). Deep learning for digital pathology image analysis: A comprehensive tutorial with selected use cases. Journal of Pathology Informatics, 7, 29. https://doi.org/10.4103/2153-3539.186902
3. Sabouri Rad, M., Huang, J. V., Hosseini, M. M., Choudhary, R., Siezen, H., Akabari, R., Jamaspishvili, T., El-Zammar, O., Patel, P. G., Carello, S. J., Nasr, M. R., & Rodd, B. (2025). Deep learning for digital pathology: A critical overview of methodological framework. Journal of Pathology Informatics, 19, 100514. https://doi.org/10.1016/j.jpi.2025.100514
4. Lloyd, M. C., Monaco, J. P., & Bui, M. M. (2016). Image analysis in surgical pathology. Surgical Pathology Clinics, 9(2), 329–337. https://doi.org/10.1016/j.path.2016.02.001
5. Hölscher, D. L., Bouteldja, N., Joodaki, M., Russo, M. L., Lan, Y.-C., Vafaei Sadr, A., Cheng, M., Tesar, V., Stillfried, S. V., Klinkhammer, B. M., Barratt, J., Floege, J., Roberts, I. S. D., Coppo, R., Costa, I. G., Bülow, R. D., & Boor, P. (2023). Next-generation morphometry for pathomics-data mining in histopathology. Nature Communications, 14, Article 470. https://doi.org/10.1038/s41467-023-36173-0
6. Niazi, M. K. K., Parwani, A. V., & Gurcan, M. N. (2019). Digital pathology and artificial intelligence. The Lancet Oncology, 20(5), e253–e261. https://doi.org/10.1016/S1470-2045(19)30154-8
7. Chen, R. J., Ding, T., Lu, M. Y., Williamson, D. F. K., Jaume, G., Song, A. H., Chen, B., Zhang, A., Shao, D., Shaban, M., Williams, M., Oldenburg, L., Weishaupt, L. L., Wang, J. J., Vaidya, A., Le, L. P., Gerber, G., Sahai, S., Williams, W., & Mahmood,

F. (2024). Towards a general-purpose foundation model for computational pathology. Nature Medicine, 30(3), 850–862. https://doi.org/10.1038/s41591-024-02857-3
8. Lu, M. Y., Chen, B., Williamson, D. F. K., Chen, R. J., Liang, I., Ding, T., Jaume, G., Odintsov, I., Le, L. P., Gerber, G., Parwani, A. V., Zhang, A., & Mahmood, F. (2024). A visual-language foundation model for computational pathology. Nature Medicine, 30(3), 863–874. https://doi.org/10.1038/s41591-024-02856-4

СЕПСИС У РЕЦИПІЄНТІВ ТРАНСПЛАНТОВАНИХ ОРГАНІВ: ФАКТОРИ РИЗИКУ ТА ПРИНЦИПИ ЛІКУВАННЯ

Ксьонз Ольга Сергіївна
здобувачка освіти 6 курсу
ІІ медичний факультет
Желєзнікова Марина Олександрівна
к.мед.н, доцент
Кафедра урології, нефрології, андрології та дитячої урології
імені професора А.Г. Подрєза
Харківський національний медичний університет, Україна

Вступ. Сепсис — патологічний процес дисфункції органів, в основі якого лежить реакція організму у вигляді синдрому системної запальної відповіді (ССЗВ), яке спричиняють різні інфекційні чинники при наявності бактеріємії. За суттю, сепсис є особливою формою відповіді організму на різні збудники. У реципієнтів трансплантованих органів він становить особливу клінічну проблему через тривалу імуносупресивну терапію, складність раннього розпізнавання інфекції та ризик швидкогопогіршення функції трансплантата [1–3]. Інфекційні ускладнення можуть виникати в ранньому післяопераційному періоді, бути пов’язаними з медичною допомогою або розвиватися пізніше внаслідок реактивації латентних інфекцій, опортуністичних збудників чи позалікарняних інфекцій. Клінічні прояви можуть бути нетиповими через імуносупресію, а гарячка та інші ознаки системного запалення — відсутні. Затримка діагностики й адекватної терапії підвищує ризик септичного шоку, втрати трансплантата та смерті.

Мета. Узагальнити сучасні дані щодо основних факторів ризику сепсису в реципієнтів трансплантованих органів, особливостей його діагностики та принципів лікування з урахуванням імуносупресії й ризику інфекцій, спричинених мультирезистентними збудниками.

Матеріали та методи. Проведено огляд міжнародних клінічних рекомендацій, наукових публікацій і систематичних оглядів, присвячених сепсису та інфекційним ускладненням у реципієнтів солідних органів. Основну

увагу приділено рекомендаціям Surviving Sepsis Campaign, дослідженням інфекцій кровотоку після трансплантації та публікаціям щодо діагностики й ведення імуноскомпрометованих пацієнтів [1–4].

Результати. Фактори ризику сепсису поділяють на пов'язані з реципієнтом, процедурою трансплантації та післятрансплантаційним періодом. До них належать інтенсивна імуносупресія, лікування гострого відторгнення, нейтропенія або лімфопенія, цукровий діабет, порушення функції трансплантата, тривала госпіталізація, повторні оперативні втручання, інвазивні катетери та попереднє застосування антибактеріальних препаратів [2, 3]. Ризик залежить також від типу пересадженого органа, часу після операції, локальної епідеміології та колонізації мультирезистентними мікроорганізмами. У ранньому післяопераційному періоді частіше трапляються інфекції ділянки операції, катетер-асоційовані інфекції та інфекції, пов'язані з перебуванням у стаціонарі. У наступні місяці зростає значення реактивації цитомегаловірусу та інших латентних інфекцій, а також опортуністичних збудників. У віддаленому періоді важливими залишаються позалікарняні та медично-асоційовані інфекції [2, 3].

Особливої уваги потребують інфекції кровотоку, спричинені мультирезистентними мікроорганізмами. У дослідженні реципієнтів нирки, печінки, серця та комбінованих трансплантатів майже половина виділених ізолятів інфекцій кровотоку належала до мультирезистентних організмів. Серед них виявляли ванкоміцин-резистентні ентерококи та ентеробактерії, що продукують β-лактамази розширеного спектра або мають резистентність до карбапенемів [4]. Тому вибір емпіричної антибактеріальної терапії має враховувати попередні результати посівів, відомості про колонізацію, попередні курси антибіотиків, локальні дані резистентності та ймовірне джерело інфекції.

Діагностика ґрунтується на ранньому розпізнаванні органної дисфункції та активному пошуку джерела інфекції. Оцінюють життєві показники, свідомість, діурез, оксигенацію, загальний аналіз крові, функцію нирок і печінки, рівень лактату за підозри на тканинну гіпоперфузію. До початку антибіотикотерапії рекомендовано отримати посіви крові та матеріал із ймовірного джерела, якщо це не спричиняє суттєвої затримки лікування [1]. Застосовують візуалізаційні методи, молекулярні тести та дослідження на опортуністичні патогени відповідно до клінічної картини, типу трансплантата й часу після операції. Важливо розглядати неінфекційні стани, зокрема відторгнення трансплантата, медикаментозну токсичність і післяопераційні ускладнення, оскільки їхні прояви можуть нагадувати інфекцію [2, 3].

Лікування має розпочинатися невідкладно за високої ймовірності сепсису або септичного шоку. Емпіричну антимікробну терапію обирають з урахуванням імовірного осередку, попередніх мікробіологічних результатів, ризику мультирезистентних бактерій і грибкових інфекцій. Після отримання результатів досліджень терапію коригують відповідно до чутливості збудника та за можливості звужують її спектр [1, 4]. Необхідно своєчасно контролювати

джерело інфекції: дренувати абсцес, усувати обструкцію, санувати інфіковану ділянку або видаляти підозрюваний інфікований внутрішньосудинний пристрій за відповідними показаннями [1].

Підтримувальна терапія включає індивідуалізовану інфузійну ресусцитацію кристалоїдами з повторною оцінкою гемодинаміки, оксигенацію та респіраторну підтримку за потреби, моніторинг діурезу й функції органів. Дози антибіотиків коригують відповідно до функції нирок і печінки, змін фармакокінетики при критичному стані та можливого проведення замісної ниркової терапії. Окремим складним питанням залишається корекція імуносупресії. Універсальної схеми для всіх реципієнтів немає. Рішення щодо тимчасового зменшення або зміни імуносупресивних препаратів приймають індивідуально спільно з трансплантаційною командою, зважаючи на тяжкість інфекції, ризик відторгнення, тип трансплантата та концентрації препаратів [2, 5]. Самовільне припинення імуносупресії може загрожувати функції трансплантата.

Висновки. Сепсис у реципієнтів трансплантованих органів є багатофакторним ускладненням, ризик якого визначається інтенсивністю імуносупресії, часом після трансплантації, типом органа, інвазивними втручаннями та поширенням мультирезистентних збудників. Раннє розпізнавання органної дисфункції, своєчасний забір матеріалу для мікробіологічних досліджень без затримки терапії, обґрунтована емпірична антимікробна терапія, контроль джерела інфекції та підтримка гемодинаміки є основою лікування. Корекція імуносупресії має бути індивідуалізованою та узгодженою з трансплантаційною командою. Подальші дослідження мають уточнити оптимальні діагностичні алгоритми та стратегії лікування для різних типів трансплантатів.

Ключові слова: сепсис, септичний шок, трансплантація органів, реципієнти, імуносупресія, мультирезистентні мікроорганізми, антибактеріальна терапія.

Список використаних джерел

1. Evans L., Rhodes A., Alhazzani W., et al. Surviving Sepsis Campaign: International Guidelines for Management of Sepsis and Septic Shock 2021. Intensive Care Medicine. 2021;47:1181–1247. https://doi.org/10.1007/s00134-021-06506-y
2. Bassetti M., Peghin M., Carnelutti A., et al. Diagnostic and therapeutic approach to infectious diseases in solid organ transplant recipients. Intensive Care Medicine. 2019. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/7079836/
3. Fishman J. A. Infection in Organ Transplantation. American Journal of Transplantation. 2017;17(4):856–879. https://doi.org/10.1111/ajt.14208
4. Adelman M. W., Connor A. A., Hsu E., et al. Bloodstream infections after solid organ transplantation: clinical epidemiology and antimicrobial resistance (2016–21). JAC-Antimicrobial Resistance. 2024;6(1). https://doi.org/10.1093/jacamr/dlad158
5. Immunosuppression in Liver Transplant Recipients in the Setting of Sepsis. Journal of Clinical and Experimental Hepatology. 2023;13(4):682–690. https://doi.org/10.1016/j.jceh.2022.10.012

DOI 10.70286/EOSS-26.10.2026.012.250-254

PHYSIOLOGICAL RATIONALE FOR THE USE OF OCCLUSIVE WRAPS TO MODIFY MICROCIRCULATION AND EPIDERMAL HYDRATION IN WOMEN

Tatevik Ayvazyan
Founder and CEO
300 N 3rd St, Burbank, CA 91502, USA
ORCID: https://orcid.org/0009-0001-3426-8297

Introduction. Occlusive wraps modify heat and water exchange between the skin surface and the surrounding environment, thereby affecting epidermal hydration and cutaneous microcirculation. The skin serves as both a major barrier and a thermoregulatory organ, while the stratum corneum plays a central role in maintaining water balance and barrier integrity. By limiting transepidermal water evaporation, occlusion increases stratum corneum hydration, although the magnitude and persistence of this response depend on the water vapor permeability of the occlusive material and the duration of skin contact [1, 2]. Modeling studies of transport processes beneath occlusive barriers similarly demonstrate water accumulation within the superficial skin layers [3].

The physiological effects of occlusion extend beyond changes in hydration. Altered local heat exchange and mechanical compression may influence cutaneous vascular responses, including post-occlusive reactive hyperemia and changes in local blood flow. In women, these responses may also be modulated by menstrual cycle phase, which can affect thermoregulation, vascular tone, and skin barrier function. Importantly, increased stratum corneum hydration should not be interpreted as synonymous with improved barrier function, because excessive hydration may alter the structural and mechanical properties of the stratum corneum and potentially modify its barrier performance.

Occlusion may also be accompanied by changes in skin temperature, mechanical loading, and local perfusion, which can elicit a corresponding response of the cutaneous microvascular bed. Cutaneous microcirculation is a dynamic system governed by neural and humoral regulation, endothelial activity, temperature, and mechanical factors; its response to occlusion therefore requires a comprehensive approach to assessment. Studies of post-occlusive reactive hyperemia show that the vascular response depends on occlusion duration [4]. In women, an additional source of variability is menstrual cycle phase, which may affect skin temperature, blood supply, and other physiological characteristics of the skin [5]. Occlusive techniques are also widely used in dermatology, in particular to create a controlled aqueous environment on the skin surface [7]. Consequently, an integrated assessment of the skin response to occlusive wraps that

considers not only hydration but also microcirculatory and thermal changes requires further physiological substantiation, particularly in women, given the physiological variability associated with the menstrual cycle.

Aim and Objectives of the Study. The aim of the study is the physiological substantiation of the use of occlusive wraps for modifying microcirculation and epidermal hydration in women, with consideration of the mechanisms regulating cutaneous water balance, local perfusion, and physiological variability in skin parameters. The objectives of the study include the analysis of stratum corneum water balance under occlusion; the characterization of the thermal and mechanical pathways affecting vascular tone, local perfusion, and post-occlusive reactive hyperemia; the evaluation of menstrual cycle phase as a source of variability; and the substantiation of parameters for an integrated assessment of the skin response.

Research Results and Discussion. The analysis of the literature [1–7] indicates that the water balance of the stratum corneum is determined by the interaction of three processes: the supply of water from deeper skin layers, its binding by the structural components of the stratum corneum, and its diffusion toward the surface followed by evaporation (Figure 1). The stratum corneum serves as the principal diffusion barrier of the skin, and its properties depend not only on corneocytes but also on the organization of the intercellular lipid matrix. Under normal conditions, water moves continuously through the epidermis toward the surface, while the magnitude of its loss is limited by the structure of this barrier. Transepidermal water loss (TEWL) is therefore an integrative parameter that reflects the intensity of passive water movement across the skin. The functional state of the stratum corneum depends on its hydration level, since water influences the conformation of corneocyte proteins, the mobility of lipids, and the mechanical properties of the superficial layer.

An occlusive material creates an additional barrier at the skin–environment interface and thereby reduces the diffusion of water vapor from the skin surface. Studies of different occlusive materials have shown that their capacity to retain water in the stratum corneum is not uniform: the degree of hydration after occlusion is determined primarily by the water vapor permeability of the material and the duration of skin contact [1], and different materials may differ in how rapidly the hydrating effect develops and how long it persists. The mechanism of increased hydration can be represented as a sequence of interrelated processes: restriction of evaporation, reduction of the water vapor concentration gradient, accumulation of water in the superficial layers, and increased hydration of the stratum corneum. Research on the control of skin hydration confirms that occlusion can substantially alter the water status of the stratum corneum and its physicochemical characteristics [3]. The modification of water balance in the superficial skin layers thus represents the most firmly substantiated mechanism of action of occlusive wraps.

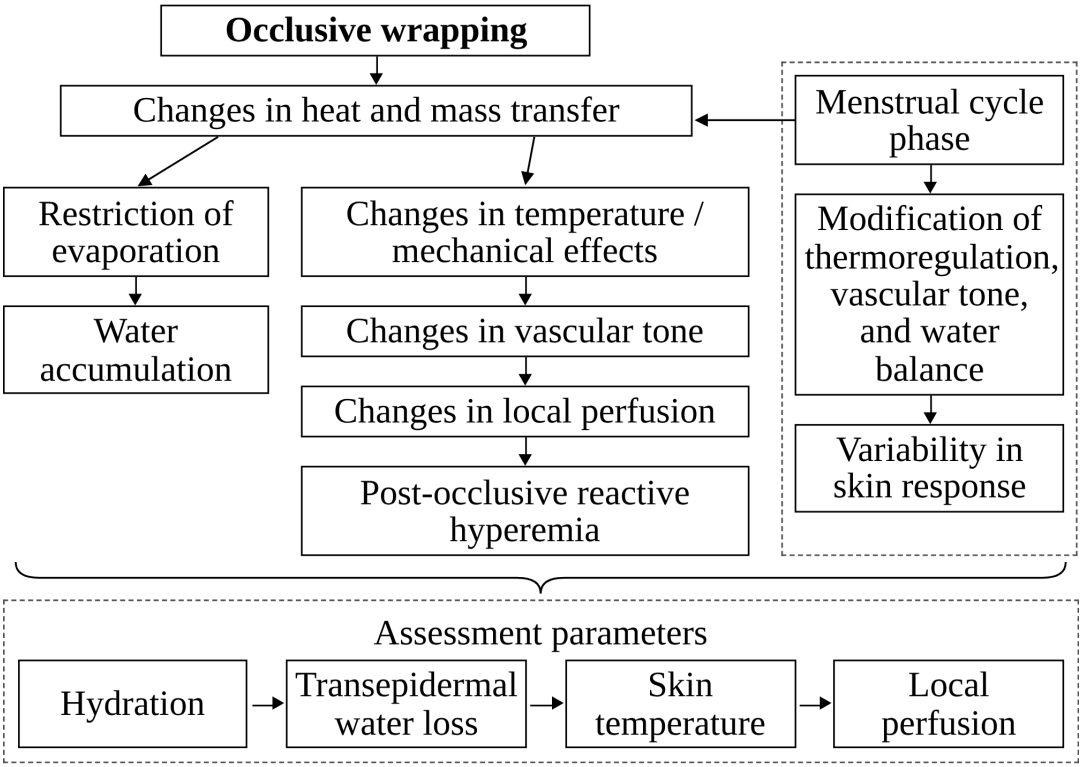


Figure 1. Physiological mechanisms underlying the effects of occlusive wrapping on skin hydration and microcirculation in women

Cutaneous microcirculation responds to changes in the local thermal and mechanical environment. One potential consequence of occlusion is heat accumulation in the superficial tissues, as the wrap reduces heat loss and alters the conditions of convective and evaporative cooling. Part of the microcirculatory response to occlusion may therefore be related not to water retention as such but to a change in the thermal regime of the tissues. Mechanical loading is another factor: when a wrap exerts pressure on the tissues, it may partially alter microvascular filling. Substantial compression may reduce local perfusion, whereas the release of compression may be followed by a compensatory increase in skin blood flow. The direction of the microcirculatory change is consequently not uniform and is likely to depend on the balance between the intensity of mechanical loading and the local vascular response. Post-occlusive reactive hyperemia is an adaptive vascular response that develops after the release of a temporary restriction of blood flow; its development is attributed to changes in the metabolic environment of the tissues, the accumulation of vasoactive metabolites, changes in transmural pressure, and endothelial regulation of vascular tone [4, 6].

The physiological characteristics of the skin in women may change in response to fluctuations in sex hormones across the menstrual cycle. Changes in hormonal status can influence thermoregulation, vascular tone, sweating, and skin barrier function; as a result, the same procedure may elicit responses of different magnitude in different cycle phases [5]. A similar issue applies to cutaneous microcirculation, which is characterized by considerable physiological variability: if menstrual cycle phase is not taken into account when a study sample is formed, part of the interindividual differences may be erroneously attributed to the effect of occlusion.

The physiological rationale for using occlusive wraps to modify microcirculation and epidermal hydration in women rests on their capacity to alter heat and mass transfer at the skin surface (Table 1). Restriction of evaporation promotes water accumulation and increases stratum corneum hydration, whereas changes in the local thermal regime and the mechanical effect of the wrap may modify microvascular filling and local perfusion. The magnitude of this response depends on the properties of the material, the duration and nature of occlusion, the baseline functional state of the skin, and, in women, menstrual cycle phase. Occlusive wrapping should therefore be regarded as a physiological intervention capable of modifying the interrelated processes of epidermal hydration and microcirculation, which calls for their integrated objective assessment.

Table 1 – Physiological mechanisms underlying the effects of occlusive wrapping on skin functional status

Physiological Component	**Mechanism of Occlusive Action**	**Expected Physiological Response**	**Assessment Parameters**	**Sources**
Stratum corneum water balance	Restriction of evaporation and altered water transfer across the skin surface	Increased water-holding capacity and hydration of the stratum corneum	Skin hydration, TEWL	[1–3]
Properties of the occlusive material	Differences in water vapor permeability and in the capacity to impede water transport	Different intensity and duration of the hydration response	Skin hydration, TEWL	[1–3]
Thermal component	Reduced heat loss and altered heat exchange at the skin surface	Change in local temperature and the associated vascular response	Skin temperature, local perfusion	[4]
Mechanical component	Wrap pressure may alter microvascular filling	Change in local microcirculation depending on the intensity and duration of exposure	Local perfusion, skin blood flow	[4, 6]
Post-occlusive response	Restoration of blood flow after a temporary restriction	Reactive hyperemia as a manifestation of the vascular response	Peak perfusion, change in blood flow	[4, 6]
Physiological characteristics in women	Cyclic hormonal changes may modify skin barrier function	Variability in hydration and TEWL across the menstrual cycle	Hydration, TEWL	[5]
Integrated assessment	Concurrent changes in the water and vascular components of the response	Integrated characterization of the response to occlusion	Hydration, TEWL, skin temperature, local perfusion	[1–7]

Conclusions. Occlusion alters the water balance of the stratum corneum primarily by restricting evaporation, thereby creating the conditions for increased epidermal hydration. The microcirculatory response of the skin is determined by the combined

action of mechanical and thermal factors, which necessitates its objective instrumental assessment. In studies involving women, menstrual cycle phase should be considered a potential source of variability in hydration and microcirculatory parameters. A comprehensive characterization of the effects of occlusive wraps should include the assessment of stratum corneum hydration, TEWL, skin temperature, and local perfusion, which provides a physiological basis for further experimental verification of their effects in women.

References

1. Berardesca, E., Vignoli, G. P., Fideli, D., & Maibach, H. (1992). Effect of occlusive dressings on the stratum corneum water holding capacity. The American Journal of the Medical Sciences, 304(1), 25–28. https://doi.org/10.1097/00000441-199207000-00007
2. Ågren, M. S., & Wijesinghe, C. (1994). Occlusivity and effects of two occlusive dressings on normal human skin. Acta Dermato-Venereologica, 74(1), 12–14. https://doi.org/10.2340/00015555741517
3. Sparr, E., Millecamps, D., Isoir, M., Burnier, V., Larsson, Å., & Cabane, B. (2013). Controlling the hydration of the skin though the application of occluding barrier creams. Journal of the Royal Society Interface, 10(80), Article 20120788. https://doi.org/10.1098/rsif.2012.0788
4. Tee, G. B. Y., Rasool, A. H. G., Halim, A. S., & Rahman, A. R. A. (2004). Dependence of human forearm skin postocclusive reactive hyperemia on occlusion time. Journal of Pharmacological and Toxicological Methods, 50(1), 73–78. https://doi.org/10.1016/j.vascn.2004.02.002
5. Nikoletić, Đ. C., Ivanov, D., Levakov, O., Bulajić, J., Lukač, S., Karan Rakić, V., & Ivkov-Simić, M. (2025). Menopause, menstrual cycle, and skin barrier function. Skin Research and Technology, 31(7), Article e70203. https://doi.org/10.1111/srt.70203
6. Yvonne-Tee, G. B., Rasool, A. H. G., Halim, A. S., & Rahman, A. R. A. (2005). Reproducibility of different laser Doppler fluximetry parameters of postocclusive reactive hyperemia in human forearm skin. Journal of Pharmacological and Toxicological Methods, 52(2), 286–292. https://doi.org/10.1016/j.vascn.2004.11.003
7. Helfman, T., Ovington, L., & Falanga, V. (1994). Occlusive dressings and wound healing. Clinics in Dermatology, 12(1), 121–127. https://doi.org/10.1016/0738-081X(94)90262-3

STANDARDIZATION AND REPRODUCIBILITY OF DIGITAL HISTOLOGICAL STUDIES

Chernikova Halyna
Candidate of Medical Sciences, Associate Professor
Department of Histology, Cytology and Embryology
Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine

Abstract. The thesis summarizes current approaches to the standardization of digital histological studies and identifies the main factors affecting the reliability and reproducibility of histological image analysis results. It examines the importance of standardizing pre-analytical stages, quality control of histological slide scanning, color normalization, and documentation of methodologies and software parameters. Particular attention is paid to the need for systematic quality control at all stages of digital research. The findings demonstrate that consistency in methodological approaches and proper documentation of procedures are essential prerequisites for the comparability of results, their verification, and their reproducibility under different research conditions.

Keywords:digital histology, digital histological images, standardization, quality control, reproducibility, scanning, color normalization, morphometric analysis.

Introduction. The development of digital histology expands the possibilities for tissue research through the digitization of microscopic slides and the application of computer-based analytical methods. The use of digital images provides opportunities for the quantitative assessment of morphological characteristics, the automation of certain stages of research, and the comparison of results obtained by different researchers. However, digitization does not eliminate the influence of variations in histological specimen preparation, staining, scanning, and subsequent image processing.

The absence of standardized procedures and adequate control of these factors may limit the reliability of comparisons and make it more difficult to reproduce results. Therefore, the standardization of digital histological studies is essential for ensuring the quality of morphological analysis and improving the reliability of the data obtained. Of particular importance are the identification of critical stages in the research process, the control of technical parameters, and the documentation of the methods applied.

Aim and Objectives of the Study. Aim of the study — to summarize current approaches to the standardization of digital histological studies and identify the main factors affecting the quality, reliability, and reproducibility of digital histological image analysis results.

To achieve this aim, the following research objectives were established:

1. To analyze the main stages of digital histological research at which factors contributing to technical variability may arise.

2. To characterize the impact of pre-analytical factors, including fixation, histological processing, section preparation, and staining, on the quality of digital images.

3. To identify the main technical parameters of histological slide scanning and the requirements for digital image quality control.

4. To examine the importance of color standardization, documentation of methodologies, and software settings in ensuring the comparability of results.

5. To summarize approaches to quality control and the assessment of the reproducibility of digital histological image analysis results.

Materials and Methods. A review of scientific publications and professional guidelines was conducted, focusing on the quality control of histological specimens, the digitization of microscopic images, the validation of whole-slide imaging (WSI) systems, and ensuring the reproducibility of digital analysis results. Particular attention was paid to pre-analytical factors, technical scanning characteristics, workflow standardization, and the documentation of research procedures.

Results and Discussion. The standardization of digital histological research encompasses a series of consecutive stages, from the preparation of biological material to the acquisition, storage, processing, and interpretation of digital images. Inadequate control of even one of these stages may result in systematic differences between the samples under investigation and complicate the comparison of results obtained in different laboratories [1, 2].

Pre-analytical factors are of particular importance, including the conditions of specimen collection and fixation, histological processing procedures, section thickness, reagent quality, and compliance with staining protocols. Variations in these parameters may affect the preservation of tissue architecture, staining intensity, and the visualization of individual structures. Experimental data confirm that variations in staining conditions, reagent quality, section characteristics, and the equipment used may influence digital analysis results, particularly when quantitatively assessing immunohistochemical markers [1]. Therefore, standardization of histological specimen preparation is an essential prerequisite for the reliable comparison of morphological parameters.

The next stage involves acquiring digital images using whole-slide imaging (WSI) systems. The quality of digitized slides is influenced by scanning parameters, resolution, focusing, the completeness of tissue coverage, and the ability to display structures accurately in the viewing system. Recommendations for implementing digital pathology emphasize the need to define the intended purpose of the digital workflow, establish image acceptability criteria, verify scanners, and document quality control procedures [3, 4]. Accordingly, simply obtaining a digital copy of a histological slide does not guarantee that it is suitable for a specific research task.

Standardization of image color characteristics requires particular attention. Differences in color intensity and distribution may arise from variations in staining, scanner characteristics, and image acquisition settings. Such differences can complicate the automated recognition of tissue structures and affect quantitative analysis results. Stain normalization methods are considered one approach to reducing inter-sample variability; however, their application must take into account the characteristics of the original images and the objectives of the study [5]. Normalization

should not replace proper histological specimen preparation or result in the loss of morphologically significant information.

The reproducibility of digital analysis also depends on transparent reporting of the research protocol. To enable independent verification of the results, it is advisable to document the characteristics of the study material, staining methods, scanning parameters, software and its version, image preprocessing procedures, and criteria for sample inclusion in the analysis. When automated analysis algorithms are used, their settings, evaluation metrics, and methods for verifying the results should also be described. The importance of providing a comprehensive description of methods, data characteristics, and evaluation procedures is specifically emphasized in recommendations for transparent reporting of medical imaging studies involving artificial intelligence [6].

To ensure reproducibility, it is important to distinguish between the technical quality of digital images, measurement accuracy, and the biological variability of the tissues under investigation. Differences between samples do not necessarily indicate technical errors; they may reflect genuine morphological characteristics. Therefore, standardization should involve controlling methodological factors without eliminating biologically significant differences [1, 2].

Conclusions. Standardization is an essential prerequisite for ensuring the quality and reproducibility of digital histological studies. The most important areas include the control of pre-analytical factors, adherence to standardized staining protocols, verification of scanning quality, standardization of image processing, and comprehensive documentation of research procedures. Comprehensive quality control at all these stages will contribute to improving the reliability of quantitative morphological assessments and the comparability of results across studies.

References

1. Chlipala, E. A., Butters, M., Brous, M., Fortin, J. S., Archuletta, R., Copeland, K., & Bolon, B. (2021). Impact of preanalytical factors during histology processing on section suitability for digital image analysis. Toxicologic Pathology, 49(4), 755–772. https://doi.org/10.1177/0192623320970534

2. Janowczyk, A., Zlobec, I., Walker, C., Berezowska, S., Huschauer, V., Tinguely, M., Kupferschmid, J., Mallet, T., Merkler, D., Kreutzfeldt, M., Gasic, R., Rau, T. T., Mazzucchelli, L., Eyberg, I., Cathomas, G., Mertz, K. D., Koelzer, V. H., Soldini, D., Jochum, W., … Grobholz, R. (2024). Swiss digital pathology recommendations: Results from a Delphi process conducted by the Swiss Digital Pathology Consortium of the Swiss Society of Pathology. Virchows Archiv, 485(1), 13–30. https://doi.org/10.1007/s00428-023-03712-5

3. Pantanowitz, L., Sinard, J. H., Henricks, W. H., Fatheree, L. A., Carter, A. B., Contis, L., Beckwith, B. A., Evans, A. J., Otis, C. N., Lal, A., & Parwani, A. V. (2013). Validating whole slide imaging for diagnostic purposes in pathology: Guideline from the College of American Pathologists Pathology and Laboratory Quality Center.

Archives of Pathology & Laboratory Medicine, 137(12), 1710–1722. https://doi.org/10.5858/arpa.2013-0093-CP

4. Szylberg, Ł., Durślewicz, J., Chmura, Ł., Rezner, W., Bartczak, A., & Marszałek, A. (2026). Guidelines for the adoption of digital pathology in clinical pathology units recommended by the Polish Society of Pathologists. Diagnostic Pathology, 21, Article 13. https://doi.org/10.1186/s13000-026-01762-2

5. Hoque, M. Z., Keskinarkaus, A., Nyberg, P., & Seppänen, T. (2024). Stain normalization methods for histopathology image analysis: A comprehensive review and experimental comparison. Information Fusion, 102, Article 101997. https://doi.org/10.1016/j.inffus.2023.101997

6. Tejani, A. S., Klontzas, M. E., Gatti, A. A., Mongan, J. T., Moy, L., Park, S. H., & Kahn, C. E., Jr. (2024). Checklist for Artificial Intelligence in Medical Imaging (CLAIM): 2024 update. Radiology: Artificial Intelligence, 6(4), Article e240300. https://doi.org/10.1148/ryai.240300

АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТЬ: СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Ескен Карина
Студент 5курс, 5037 группа
Мирхамутова Мадина
Студент 5курс, 5037 группа
Факультет «Медицина»
Научный руководитель:
Пивень Любовь Ивановна
Нао Карагандинский Медицинский Университет

Аннотация

Цель обзора — обобщить современные представления о механизмах и факторах формирования антибиотикорезистентности, оценить основные направления её профилактики и контроля, а также определить значение межсекторального подхода One Health. Проведён нарративный обзор научных публикаций и документов международных организаций, представленных в открытых источниках и включённых в итоговый список литературы. Рассмотрены данные о молекулярных механизмах устойчивости, селективном влиянии нерациональной антибиотикотерапии, роли медицинских организаций, животноводства и окружающей среды. Показано, что устойчивость формируется у микроорганизмов и распространяется посредством мутаций и горизонтального переноса генов. Ключевыми управляемыми факторами остаются назначение антибиотиков без обоснованных показаний, неоптимальные режимы терапии, недостаточная микробиологическая диагностика и несоблюдение мер инфекционного контроля. Наиболее результативная стратегия включает антимикробный стюардшип, лабораторный и эпидемиологический надзор, профилактику инфекций, регулирование использования антибиотиков в ветеринарии, экологический мониторинг и развитие новых диагностических и терапевтических технологий. Для Казахстана особое значение имеют интеграция данных медицинского и ветеринарного секторов, укрепление лабораторной инфраструктуры и внедрение локальных программ рационального применения антибиотиков. Сделан вывод, что устойчивое сдерживание антибиотикорезистентности возможно только при согласованных действиях здравоохранения, ветеринарии, сельского хозяйства, экологических служб и государственного управления.

Ключевые слова: антибиотикорезистентность; антимикробная резистентность; антибиотики; антимикробный стюардшип; One Health; микробиологический мониторинг; инфекционный контроль.

Abstract

The aim of this narrative review was to summarize current evidence on the mechanisms and drivers of antibiotic resistance, evaluate major prevention and control

strategies, and define the role of the One Health approach. Scientific publications and documents issued by international organizations and included in the final reference list were reviewed. Molecular resistance mechanisms, selective pressure associated with inappropriate antibiotic use, and the roles of healthcare facilities, animal production, and the environment were considered. Resistance develops in microorganisms and spreads through mutations and horizontal gene transfer. Major modifiable drivers include antibiotic use without appropriate indications, suboptimal treatment regimens, insufficient microbiological diagnostics, and inadequate infection prevention and control. Effective containment requires antimicrobial stewardship, laboratory and epidemiological surveillance, infection prevention, regulation of antibiotic use in veterinary medicine, environmental monitoring, and development of new diagnostic and therapeutic technologies. For Kazakhstan, priority areas include integration of human and animal health surveillance data, strengthening laboratory capacity, and implementation of local antimicrobial stewardship programmes. Sustainable containment of antibiotic resistance requires coordinated action across healthcare, veterinary medicine, agriculture, environmental services, and public administration.

Keywords: antibiotic resistance; antimicrobial resistance; antibiotics; antimicrobial stewardship; One Health; microbiological surveillance; infection control.

Введение

Антибиотикорезистентность представляет собой способность бактерий сохранять жизнеспособность и размножаться при воздействии антибиотиков, которые ранее подавляли их рост или вызывали гибель. Устойчивость формируется у микроорганизмов, а не у пациента. Инфекции, вызванные резистентными возбудителями, ограничивают выбор терапии, увеличивают её продолжительность и стоимость и могут ухудшать клинические исходы [1–3].

Антибиотикорезистентность является частью более широкого понятия антимикробной резистентности, которое включает устойчивость бактерий, вирусов, грибов и паразитов к соответствующим лекарственным средствам. В настоящей работе основное внимание уделено бактериальной устойчивости к антибиотикам; термин «антимикробная резистентность» используется при обсуждении международных программ и межсекторальных стратегий [1, 4].

Масштаб проблемы определяется не только биологической способностью бактерий к адаптации. Селективное давление усиливается вследствие применения антибиотиков без достаточных показаний, необоснованного выбора препаратов широкого спектра, неоптимальной дозы и длительности терапии, а также использования антимикробных средств в животноводстве. Резистентные микроорганизмы и гены устойчивости способны циркулировать между человеком, животными, пищевыми продуктами, водой и почвой, поэтому изолированные меры только в системе здравоохранения недостаточны [4–7].

Цель обзора — обобщить современные данные о механизмах и факторах антибиотикорезистентности, систематизировать основные направления профилактики и контроля и определить приоритеты межсекторального взаимодействия, имеющие значение для Казахстана.

Материалы и методы

Работа выполнена в формате нарративного обзора. Анализировались научные статьи и официальные документы Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), Centers for Disease Control and Prevention (CDC), Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) и World Organisation for Animal Health (WOAH), представленные в исходной подборке авторов и итоговом списке литературы. Основной временной диапазон публикаций составил 2010–2026 годы; более ранние источники могли включаться только при их фундаментальном значении. При отборе приоритет отдавался систематическим анализам глобального бремени, международным руководствам, документам эпидемиологического надзора и рецензируемым обзорам механизмов резистентности. Материал систематизирован по четырём направлениям: биологические механизмы, медицинские и социальные факторы, межсекторальное распространение и стратегии контроля.

Ограничением методологии является отсутствие заранее зарегистрированного протокола и формализованной оценки риска систематической ошибки; поэтому результаты следует интерпретировать как аналитическое обобщение, а не как систематический обзор или метаанализ.

1. Биологические основы антибиотикорезистентности

Устойчивость может быть природной и приобретённой. Природная устойчивость определяется видовыми особенностями микроорганизма: отсутствием мишени, низкой проницаемостью клеточных структур или исходной экспрессией защитных механизмов. Приобретённая устойчивость возникает вследствие мутаций либо получения генетического материала от других бактерий посредством конъюгации, трансформации или трансдукции [8, 9].

Под действием антибиотика чувствительные бактерии подавляются, тогда как устойчивые варианты получают селективное преимущество. Сам антибиотик не создаёт целенаправленно устойчивость, но отбирает уже возникшие или приобретённые варианты. Чем чаще и шире применяется препарат, тем выше вероятность закрепления и распространения соответствующих детерминант устойчивости [3, 8].

Механизм	Сущность	Клиническое значение
Ферментативная инактивация	Разрушение или химическая модификация антибиотика; пример — β-лактамазы.	Снижение активности β-лактамов и ряда других групп.
Изменение мишени	Модификация белка, рибосомы или фермента, с которыми связывается препарат.	Снижение сродства антибиотика к мишени.
Снижение проницаемости	Уменьшение поступления препарата через клеточную оболочку.	Особенно важно для грамотрицательных бактерий.

Механизм	Сущность	Клиническое значение
Активный эффлюкс	Выведение антибиотика из клетки транспортными системами.	Может обеспечивать перекрёстную устойчивость к нескольким группам.
Обход метаболического пути	Использование альтернативного фермента или пути обмена.	Сохранение жизнеспособности несмотря на блокаду основной мишени.
Биоплёнки и персистенция	Снижение доступности препарата и метаболической активности части популяции.	Способствуют хронизации инфекции и рецидивам.

Одновременное наличие нескольких механизмов формирует множественную устойчивость и существенно ограничивает терапевтические возможности. Поэтому результаты тестирования чувствительности должны интерпретироваться совместно с видом возбудителя, локализацией инфекции, фармакокинетикой препарата и клиническим состоянием пациента.

2. Основные факторы формирования и распространения устойчивости

2.1. Нерациональное применение антибиотиков

К управляемым факторам относятся назначение антибиотиков при вероятной вирусной инфекции, выбор препаратов широкого спектра без клинической необходимости, несоответствие дозы функции почек или массе тела, отсутствие пересмотра эмпирической терапии после получения результатов посева и неоправданно длительное лечение. Не менее опасно использование недостаточной дозы, при которой концентрация препарата может не достигать необходимой экспозиции в очаге инфекции [3, 10, 11].

Отказ от необоснованного назначения не означает задержку лечения тяжёлой бактериальной инфекции. Рациональный подход предполагает своевременное начало эмпирической терапии при наличии показаний с последующей деэскалацией, коррекцией или отменой препарата на основании клинической динамики и микробиологических данных.

2.2. Самолечение и низкая приверженность

Самостоятельное применение антибиотиков, использование препаратов, оставшихся после предыдущего лечения, передача лекарств другим лицам и изменение режима без консультации специалиста повышают риск неэффективной терапии и селекции устойчивых бактерий. Решение данной проблемы требует сочетания регулирования отпуска, доступности медицинской помощи и понятной коммуникации с пациентами.

2.3. Медицинские организации

Стационары концентрируют пациентов с тяжёлыми заболеваниями, инвазивными устройствами и предшествующей антибиотикотерапией. При недостаточном соблюдении гигиены рук, изоляционных мер, стерилизации и эпидемиологического надзора резистентные возбудители способны быстро распространяться. Особое значение имеют инфекции, связанные с оказанием

медицинской помощи, и передача устойчивых штаммов между отделениями [10, 12].

2.4. Животноводство, пищевая цепь и окружающая среда

Применение антимикробных средств у животных может создавать селективное давление в агропродовольственном секторе. Устойчивые бактерии и гены резистентности передаются через прямой контакт, пищевые продукты, отходы и воду. Остаточные концентрации антибиотиков, поступающие со сточными водами медицинских организаций, фармацевтических предприятий и животноводческих объектов, поддерживают селекцию в окружающей среде [6, 7, 13].

Сфера	Ключевой фактор риска	Приоритетная мера
Амбулаторная помощь	Назначение без подтверждённых показаний; самолечение.	Клинические алгоритмы, рецептурный отпуск, обучение пациентов.
Стационар	Высокая антибиотическая нагрузка и внутрибольничная передача.	Стюардшип, инфекционный контроль, локальный мониторинг.
Ветеринария	Групповое и профилактическое применение без достаточного контроля.	Ветеринарный надзор и обоснованное применение.
Сельское хозяйство	Распространение через животных, пищу и отходы.	Биобезопасность и контроль производственной цепи.
Окружающая среда	Антибиотики, бактерии и гены резистентности в стоках.	Очистка сточных вод, мониторинг и безопасная утилизация.
Общество	Недостаточная грамотность и ожидание назначения антибиотика.	Коммуникационные программы и доступ к достоверной информации.

3. Клинические и общественные последствия

Резистентность повышает вероятность неэффективности стартовой терапии и необходимости применения резервных препаратов. Это может сопровождаться увеличением продолжительности госпитализации, потребности в дополнительных исследованиях и расходов системы здравоохранения. Особенно уязвимы пациенты отделений интенсивной терапии, новорождённые, лица с иммунодефицитными состояниями, пациенты после трансплантации и больные, нуждающиеся в длительных инвазивных вмешательствах [2, 5].

Проблема затрагивает не только лечение инфекций. Без надёжной антибактериальной защиты возрастают риски хирургических вмешательств, химиотерапии, трансплантации и других технологий современной медицины. Следовательно, сохранение эффективности антибиотиков является условием устойчивости всей системы медицинской помощи.

4. Современные стратегии профилактики и контроля

4.1. Антимикробный стюардшип

Антимикробный стюардшип — это система организационных и клинических мер, направленных на выбор оптимального препарата, дозы, пути введения и продолжительности терапии. Эффективная программа включает поддержку руководства, участие клинического фармаколога или фармацевта, микробиолога и специалиста по инфекционному контролю, локальные протоколы, аудит назначений и обратную связь врачам [10, 11].

получение микробиологического материала до начала лечения, если это не задерживает неотложную терапию;

выбор эмпирического препарата с учётом локальных данных чувствительности;

оценка дозы и интервала введения с учётом фармакокинетики, функции почек и печени;

пересмотр терапии через 48–72 часа и деэскалация при наличии результатов;

своевременный переход с парентерального на пероральный путь;

фиксация показаний, предполагаемой продолжительности и критериев отмены.

4.2. Микробиологическая диагностика и надзор

Культуральное исследование и определение чувствительности позволяют перейти от эмпирического назначения к целевой терапии. Экспресс-методы и молекулярная диагностика могут сократить время до идентификации возбудителя или выявления отдельных генов резистентности, однако не всегда заменяют фенотипическое тестирование. Лаборатория должна использовать стандартизированные методы и регулярно передавать агрегированные данные для построения локального антибиотикограммы [4, 12].

4.3. Инфекционная профилактика и контроль

Предупреждение инфекции снижает потребность в антибиотиках. Базовыми мерами являются вакцинация, гигиена рук, безопасное использование катетеров, стерилизация инструментов, санитарный контроль, выявление вспышек и обоснованная изоляция пациентов. Эти меры должны оцениваться по измеримым показателям, а не ограничиваться формальным наличием инструкций.

4.4. Разработка новых средств и альтернативных подходов

Разработка новых антибиотиков остаётся необходимой, но не может компенсировать нерациональное применение. Перспективными направлениями являются быстродействующая диагностика, бактериофаги, антитела, средства, подавляющие вирулентность или биоплёнки, и методы модификации микробиоты. Для большинства альтернатив требуются дополнительные клинические исследования эффективности, безопасности, стандартизации и экономической доступности [14, 15].

5. One Health и приоритеты для Казахстана

Концепция One Health рассматривает здоровье человека, животных и экосистем как взаимосвязанную систему. Для антибиотикорезистентности это означает необходимость совместимого лабораторного надзора, обмена данными, согласованных стандартов и общей оценки рисков между медицинским, ветеринарным, агропродовольственным и экологическим секторами [4, 6, 16].

Для Казахстана практическими приоритетами являются укрепление референс-лабораторий, повышение полноты данных о чувствительности, внедрение программ антимикробного стюардшипа в многопрофильных стационарах, контроль рецептурного отпуска, развитие ветеринарного надзора и мониторинг сточных вод. Национальная стратегия должна учитывать региональные различия в доступности диагностики и обеспечивать обратную связь для клиницистов, а не ограничиваться централизованным сбором отчётности [17, 18].

Уровень	Предлагаемое действие	Ожидаемый результат
Медицинская организация	Локальный комитет по антибиотикам, аудит назначений, ежегодная антибиотикограмма.	Снижение необоснованных назначений и более точная эмпирическая терапия.
Регион	Объединение лабораторных данных и регулярная обратная связь учреждениям.	Раннее выявление изменений профиля устойчивости.
Национальный уровень	Единые определения, совместимые базы данных и межсекторальная координация.	Сопоставимость данных и согласованные управленческие решения.
Ветеринарный сектор	Учёт использования антимикробных средств и лабораторный надзор.	Снижение неконтролируемого применения и риска передачи.
Экологический сектор	Мониторинг сточных вод и контроль утилизации фармацевтических отходов.	Выявление и снижение экологической нагрузки.
Образование	Подготовка врачей, фармацевтов, ветеринаров и информирование населения.	Повышение качества решений и ответственное использование антибиотиков.

6. Ограничения и направления дальнейших исследований

Настоящий обзор является нарративным и не содержит количественного синтеза результатов. Международные оценки могут отличаться по полноте лабораторного охвата, перечню возбудителей и методам моделирования. Часть стратегических документов описывает желаемые меры, но не доказывает их одинаковую эффективность во всех системах здравоохранения. Для Казахстана необходимы публикации с региональными данными о потреблении антибиотиков, структуре возбудителей, динамике чувствительности, доступности диагностики и результатах внедрения программ стюардшипа.

Перспективные исследования должны оценивать не только микробиологические показатели, но и клинические исходы, безопасность, затраты и устойчивость организационных изменений. Важны единые методы сбора данных, межлабораторный контроль качества и прозрачная публикация национальных показателей.

Заключение

Антибиотикорезистентность формируется вследствие естественной эволюции бактерий, но скорость её распространения во многом определяется управляемыми факторами. Нерациональное назначение антибиотиков, самолечение, недостаточная диагностика, нарушения инфекционного контроля и неконтролируемое применение в животноводстве усиливают селективное давление и циркуляцию устойчивых микроорганизмов.

Наиболее обоснованный подход сочетает антимикробный стюардшип, качественную микробиологическую диагностику, эпидемиологический надзор, профилактику инфекций, регулирование ветеринарного применения и экологический мониторинг. Разработка новых антибиотиков и альтернативных методов необходима, однако должна сопровождаться мерами по сохранению их эффективности.

Для Казахстана приоритетны развитие лабораторной сети, интеграция медицинских и ветеринарных данных, внедрение локальных программ рационального применения антибиотиков и усиление межсекторального управления в рамках One Health. Только согласованные действия различных секторов способны обеспечить долгосрочное сдерживание резистентности.

Список литературы

1. World Health Organization. Antimicrobial resistance: fact sheet. Geneva: WHO; 2025. Available from: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance
2. Murray CJL, Ikuta KS, Sharara F, et al. Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: a systematic analysis. Lancet. 2022;399(10325):629–655. doi:10.1016/S0140-6736(21)02724-0.
3. Holmes AH, Moore LSP, Sundsfjord A, et al. Understanding the mechanisms and drivers of antimicrobial resistance. Lancet. 2016;387(10014):176–187. doi:10.1016/S0140-6736(15)00473-0.
4. World Health Organization. Global action plan on antimicrobial resistance. Geneva: WHO; 2015.
5. O'Neill J. Tackling drug-resistant infections globally: final report and recommendations. London: Review on Antimicrobial Resistance; 2016.
6. McEwen SA, Collignon PJ. Antimicrobial resistance: a One Health perspective. Microbiol Spectr. 2018;6(2). doi:10.1128/microbiolspec.ARBA-0009-2017.
7. Laxminarayan R, Duse A, Wattal C, et al. Antibiotic resistance—the need for global solutions. Lancet Infect Dis. 2013;13(12):1057–1098. doi:10.1016/S1473-3099(13)70318-9.

8. Davies J, Davies D. Origins and evolution of antibiotic resistance. Microbiol Mol Biol Rev. 2010;74(3):417–433. doi:10.1128/MMBR.00016-10.
9. Munita JM, Arias CA. Mechanisms of antibiotic resistance. Microbiol Spectr. 2016;4(2). doi:10.1128/microbiolspec.VMBF-0016-2015.
10. Centers for Disease Control and Prevention. The core elements of hospital antibiotic stewardship programs. Atlanta: CDC; 2019.
11. Centers for Disease Control and Prevention. Core elements of antibiotic stewardship. Atlanta: CDC; 2025. Available from: https://www.cdc.gov/antibiotic-use/hcp/core-elements/
12. World Health Organization. Global antimicrobial resistance and use surveillance system (GLASS). Geneva: WHO. Available from: https://www.who.int/initiatives/glass
13. Prestinaci F, Pezzotti P, Pantosti A. Antimicrobial resistance: a global multifaceted phenomenon. Pathog Glob Health. 2015;109(7):309–318. doi:10.1179/2047773215Y.0000000030.
14. World Health Organization. WHO bacterial priority pathogens list, 2024. Geneva: WHO; 2024.
15. Ventola CL. The antibiotic resistance crisis: part 2: management strategies and new agents. P T. 2015;40(5):344–352.
16. World Health Organization, Food and Agriculture Organization of the United Nations, United Nations Environment Programme, World Organisation for Animal Health. One Health joint plan of action (2022–2026). Geneva: WHO; 2022.
17. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Antimicrobial resistance and One Health activities in Kazakhstan. Rome: FAO. Available from: https://www.fao.org/
18. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Kazakhstan strengthens laboratory surveillance against antimicrobial resistance. Rome: FAO; 2025. Available from: https://www.fao.org/one-health/

Section: Military Affairs and National Security

ПРОБЛЕМИ ТА НАПРЯМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОГО РЕГУЛЮВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ РЕЖИМНО-СЕКРЕТНИХ ОРГАНІВ В УКРАЇНІ

Полтавська Ольга Віталіївна
здобувачка вищої освіти ННІ ІБ СК НА СБ України
Шепета Олена Василівна
кандидат юридичних наук, доцент
ННІ ІБ СК НА СБ України

В умовах воєнного стану, активізації інформаційних і кібернетичних загроз та постійного розширення цифрового середовища питання належного нормативно-правового регулювання діяльності режимно-секретних органів (далі – РСО) набуває особливого значення. Ефективність режимно-секретної роботи безпосередньо залежить не лише від організаційних і технічних можливостей відповідних підрозділів, а й від чіткості, узгодженості та актуальності правових норм, які визначають порядок роботи з інформацією з обмеженим доступом, її обліку, зберігання, використання, передавання та контролю. У зв'язку з цим важливим є не лише збереження встановленого рівня охорони державної таємниці, а й формування нормативного механізму, здатного ефективно функціонувати в умовах цифровізації та динамічної трансформації безпекового середовища.

Нормативно-правове регулювання діяльності РСО в Україні формується сукупністю законодавчих і підзаконних нормативно-правових актів, які визначають порядок віднесення інформації до державної таємниці, її засекречування та розсекречування, організацію допуску громадян до державної таємниці, здійснення режимних заходів, ведення обліку секретних документів, а також відповідальність за порушення встановлених вимог. Основоположне місце у цій системі посідає Закон України «Про державну таємницю», положення якого визначають загальні засади державної політики щодо охорони державної таємниці, повноваження відповідних органів та основні вимоги до режиму секретності [1].

Важливе значення для практичної діяльності РСО має також нормативне визначення конкретних відомостей, які віднесені до державної таємниці. Відповідний перелік систематизовано у Зводі відомостей, що становлять державну таємницю, затвердженому наказом Служби безпеки України № 383 [2]. Саме співвідношення загальних положень законодавства про державну таємницю з конкретизованими відомостями, які підлягають охороні, створює

нормативну основу для визначення режиму доступу та здійснення відповідних режимних заходів.

Водночас сучасне інформаційне середовище істотно змінює способи створення, обробки, зберігання та передавання інформації. Секретні відомості можуть оброблятися із застосуванням інформаційних, електронних комунікаційних та інформаційно-комунікаційних систем, що потребує поєднання традиційних режимних процедур із сучасними механізмами технічного та кібернетичного захисту. Важливим кроком у цьому напрямі стало оновлення українського нормативного регулювання, зокрема прийняття постанови Кабінету Міністрів України від 18.06.2025 № 712, якою врегульовано окремі питання захисту інформаційних та інформаційно-комунікаційних систем, зокрема процедури авторизації безпеки та формування профілів безпеки [3].

Таким чином, однією з ключових проблем є необхідність узгодження традиційної системи режимно-секретної роботи з вимогами цифрової безпеки. Режим секретності сьогодні не може розглядатися виключно через призму паперових документів, матеріальних носіїв та фізичного контролю доступу. Якщо секретна інформація обробляється в інформаційній системі, її захист має передбачати ідентифікацію та автентифікацію користувачів, розмежування прав доступу, фіксацію дій, контроль інформаційних потоків, забезпечення цілісності даних та реагування на інциденти. Такий підхід відповідає сучасній логіці управління кіберризиками, представленій, зокрема, у NIST Cybersecurity Framework 2.0 [5].

Однією з проблем нормативно-правового регулювання діяльності РСО залишається фрагментарність відповідних правових вимог. Регулювання режимно-секретної роботи охоплює різні за предметом нормативні акти, а тому на практиці виникає потреба в одночасному застосуванні положень законодавства про державну таємницю, інформацію, кібербезпеку та захист інформаційних систем.

Окремої уваги потребує розмежування доступу до інформації. Наявність у працівника допуску до державної таємниці не повинна автоматично означати необмежений доступ до всіх відомостей відповідного рівня секретності. Обсяг доступу має бути пов’язаний із конкретними службовими завданнями та необхідністю використання відповідної інформації. У цифровому середовищі цей принцип набуває додаткового значення, оскільки технічні можливості інформаційних систем дозволяють деталізувати права користувачів і контролювати фактичне використання інформаційних ресурсів. Такий підхід відповідає сучасній ризик-орієнтованій концепції кібербезпеки, у межах якої контроль доступу є одним з інструментів зниження потенційних ризиків [4; 5].

Європейський підхід також демонструє тенденцію до посилення ризик-орієнтованого управління кібербезпекою. Директива Європейського Союзу 2022/2555 (NIS 2) передбачає посилення вимог до управління ризиками кібербезпеки, реагування на інциденти, безперервності діяльності та відповідальності керівництва [4]. Хоча положення NIS 2 безпосередньо не

регулюють діяльність українських РСО, відповідні підходи можуть бути використані як орієнтир для вдосконалення національної системи захисту інформації, особливо в частині оцінювання ризиків та організації реагування на кіберінциденти.

Систематизацію основних проблем та можливих напрямів вдосконалення нормативно-правового регулювання діяльності РСО наведено в табл. 1.

Таблиця 1 − Основні проблеми та напрями вдосконалення нормативно-правового регулювання діяльності РСО

Проблемний аспект	Прояв проблеми	Напрям удосконалення
Фрагментарність нормативної бази	Регулювання окремих питань здійснюється значною кількістю взаємопов'язаних актів	Систематизація та узгодження нормативно-правових положень
Цифровізація режимно-секретної роботи	Традиційні процедури не завжди повною мірою враховують особливості електронного середовища	Актуалізація правових вимог до електронної обробки секретної інформації
Розмежування доступу	Допуск до державної таємниці не завжди відображає конкретний обсяг цифрових прав користувача	Закріплення диференційованого доступу відповідно до службової необхідності
Внутрішні інформаційні загрози	Ризик неправомірних дій працівників, які мають законний доступ до інформації	Посилення кадрового контролю та ризик-орієнтованого моніторингу
Взаємодія РСО та підрозділів кібербезпеки	Режимні та кібербезпекові заходи можуть регулюватися окремими нормативними масивами	Чітке нормативне визначення механізмів міжпідрозділової взаємодії
Відповідальність за порушення режиму	Необхідність адаптації правових механізмів до нових способів компрометації інформації	Удосконалення правових механізмів реагування на сучасні інформаційні загрози

* складено автором на основі [4]

Як видно з табл. 1, основні проблеми нормативно-правового регулювання діяльності РСО пов'язані не стільки з повною відсутністю правових норм, скільки з необхідністю їх адаптації до нових умов функціонування інформаційного середовища. Особливої уваги потребує узгодження режимно-секретних процедур із механізмами кібербезпеки, оскільки компрометація інформації сьогодні може відбутися не лише внаслідок фізичного доступу до документа, а й через цифрові канали, облікові записи користувачів, інформаційні системи або технічні вразливості [3; 5].

Важливим напрямом удосконалення є нормативне закріплення чіткого розмежування відповідальності між РСО, адміністраторами інформаційних систем, підрозділами кібербезпеки та безпосередніми користувачами секретної інформації. Ефективна система захисту має передбачати розподіл відповідальності залежно від конкретної функції суб'єкта у процесі створення, обробки, зберігання та передавання інформації. Такий підхід відповідає

сучасному розумінню кібербезпеки як системи спільної відповідальності, у межах якої захист інформації забезпечується сукупністю організаційних, правових і технічних заходів [4; 5].

Окремої уваги потребує кадрова складова режимно-секретної діяльності. Надання допуску до державної таємниці саме по собі не усуває ризиків, пов'язаних із неправомірним використанням отриманого доступу. Тому перспективним є посилення процедур контролю за актуальністю наданих прав доступу, їх своєчасним переглядом у разі зміни службових функцій, а також контролем фактичного використання інформаційних ресурсів. У цифровому середовищі такі механізми можуть реалізовуватися із застосуванням технічної фіксації дій користувачів та автоматизованого контролю доступу [3; 5].

Отже, основними проблемами нормативно-правового регулювання діяльності режимно-секретних органів в Україні є фрагментарність нормативної бази, необхідність її адаптації до цифрового середовища, недостатня інтеграція режимних і кібербезпекових заходів, а також потреба у розвитку диференційованого та ризик-орієнтованого підходів до доступу й захисту інформації. Вдосконалення відповідного правового механізму доцільно здійснювати шляхом систематизації нормативних положень, актуалізації вимог до електронної обробки секретної інформації, чіткого розмежування повноважень і відповідальності суб'єктів, а також впровадження сучасних механізмів оцінювання ризиків, контролю доступу та реагування на інформаційні й кібернетичні загрози. Це дозволить підвищити спроможність РСО забезпечувати належний рівень охорони державної таємниці в умовах цифровізації та динамічної трансформації безпекового середовища.

Список використаних джерел

1. Про державну таємницю : Закон України від 21.01.1994 № 3855-XII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3855-12 (дата звернення: 01.10.2026).
2. Про затвердження Зводу відомостей, що становлять державну таємницю : наказ Служби безпеки України від 23.12.2020 № 383. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/z0052-21 (дата звернення: 01.10.2026).
3. Деякі питання захисту інформаційних, електронних комунікаційних, інформаційно-комунікаційних, технологічних систем : постанова Кабінету Міністрів України від 18.06.2025 № 712. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/712-2025-п (дата звернення: 01.10.2026).
4. 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/en (дата звернення: 01.10.2026).
5. Pascoe C., Quinn S., Scarfone K. The NIST Cybersecurity Framework (CSF) 2.0. Gaithersburg, MD : National Institute of Standards and Technology, 2024. 41 p.

КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО ТОПОГРАФІЧНОГО ОРІЄНТУВАННЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ ПІДРОЗДІЛІВ В УМОВАХ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ ПРОТИДІЇ

Шмиголь Вячеслав
доцент кафедри
Станімак Олександр
викладач
Калеников Руслан
викладач
Кафедра бойового забезпечення та повсякденної діяльності факультету лідерства
Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації ім. Героїв Крут, Україна

Вступ. Специфіка сучасних збройних конфліктів полягає у безпрецедентній інтенсивності використання інструментів радіоелектронної боротьби (РЕБ), що радикально трансформує підходи до управління військами. Насичення бойових порядків засобами радіоелектронного придушення призводить до того, що робота глобальних навігаційних супутникових систем (GNSS, таких як GPS, Galileo, ГЛОНАСС) стає нестабільною або повністю неможливою. Супротивник активно застосовує не лише класичне глушіння сигналів (джемінг), яке спричиняє їхню повну втрату, а й значно небезпечнішу навмисну дезінформацію навігаційних приймачів – спуфінг (підміну координат та часу). За таких умов сліпе довірення стандартним супутниковим трекерам та цифровим картам веде до втрати орієнтації підрозділів на місцевості, зриву бойових завдань та критичних помилок при наведенні засобів ураження.

Аналіз реального бойового досвіду переконливо доводить: абсолютна залежність від космічного ешелону навігації є критичною вразливістю сучасної армії. Якщо супутникові сигнали блоковано, виникає гострий дефіцит точних геопросторових даних, що ставить під загрозу безперервність та стійкість системи бойового управління. У зв'язку з цим виникає жорстка потреба у формуванні альтернативного контуру навігаційного забезпечення. Він має базуватися на принципах максимальної автономності, захищеності від завад та дублювання інформаційних каналів. Внаслідок цього виникає критична необхідність використання альтернативних способів топографічного орієнтування та визначення координат підрозділів, що забезпечують належний рівень точності, автономності та надійності навігаційного забезпечення військ.

Мета дослідження. Розробка та теоретичному обґрунтуванні комплексного підходу до топографічного орієнтування, який полягає у створенні багаторівневої, отказостійкої екосистеми навігаційного забезпечення. Вона інтегрує класичні

прийоми військової топографії, потенціал безпілотних авіаційних комплексів (БпАК) та передові оптико-електронні технології розвідки в єдиний контур управління. Головна мета такої інтеграції – забезпечення безперервного, високоточного контролю просторового положення власних підрозділів і виявлених об'єктів противника в умовах жорсткого деструктивного впливу засобів РЕБ (включаючи повне затирання радіоефіру та імітаційні завади).

Висока ефективність та тактична гнучкість підходу досягається завдяки глибокій синергії таких фундаментальних компонентів:

1. Класична топогеодезична прив'язка та аналітичне числення: Цей базовий рівень є повністю пасивним і невразливим до засобів радіоелектронного придушення. Він передбачає безперервне ведення графічного або аналітичного числення шляху (Dead Reckoning) з використанням високоточних тактичних паперових карт, магнітних і гіроскопічних компасів, артилерійських бусолей та лазерних далекомірів-целевказівників. Навігація будується на строгому математичному розрахунку переміщення від вихідної (відомої) точки за кутом напрямку (азимутом) та пройденою відстанню, з постійною прив'язкою до жорстких площинних і лінійних географічних орієнтирів.

2. Повітряний моніторинг, фотограмметрія та комп'ютерний зір: Застосування розвідувальних БпЛА тактичної ланки забезпечує отримання актуальних високоточних зображень земної поверхні в реальному часі. Сучасні програмні комплекси на базі алгоритмів комп'ютерного зору (зокрема, технології Terrain Relative Navigation – TRN) дозволяють автоматично зіставляти поточний відеопотік із бортової камери БпЛА з раніше завантаженими цифровими моделями рельєфу (DEM) та матрицями висот. Це дає змогу створювати свіжі ортофотоплани безпосередньо під час виконання польоту та миттєво ідентифікувати зміни в рельєфі чи інфраструктурі місцевості.

3. Автономне інерційне позиціонування (INS): Інтеграція в систему управління підрозділом бортових обчислювальних засобів на базі інерційних вимірювальних модулів (IMU – Inertial Measurement Unit). Ці модулі складаються з масивів тривісних твердотільних акселерометрів і лазерних або волоконно-оптичних гіроскопів. Вони здійснюють безперервний вимір кутових швидкостей і лінійних прискорень об'єкта. Оскільки інерційні системи є абсолютно замкнутими, вони розраховують координати, курс та швидкість підрозділу автономно, без випромінювання та прийому будь-яких зовнішніх радіосигналів.

4. Перехресна крос-верифікація та комплексування даних: Реалізується за допомогою алгоритмів інтелектуальної фільтрації (наприклад, модифікованих фільтрів Калмана) на рівні тактичного програмного забезпечення командира (ГІС). Система автоматично збирає навігаційні параметри з різних незалежних каналів (інерційні датчики, лазерні далекоміри, візуальні дані з БпЛА, механічні лічильники кроків/обертів коліс). Шляхом математичного комплексування та аналізу розбіжностей система відсіює аномальні значення, локалізує накопичену похибку інерційних систем та видає найбільш достовірні усереднені координати.

5. Адаптивний навігаційний маневр: Алгоритм безпеки, що забезпечує автоматичне виявлення атак на навігаційне поле підрозділу. У разі детектування ознак джемінгу (падіння відношення сигнал/шум) або спуфінгу (різкий стрибок координат, невідповідність часу GNSS внутрішньому хронометру), система миттєво ізолює скомпрометований супутниковий приймач. Відбувається безшовне перемикання розрахункових потужностей на роботу виключно за даними автономної інерціальної системи та візуальних орієнтирів.

Практичне застосування. Безпілотні комплекси у ролі оптичних ретрансляторів координат дозволяє здійснювати прецизійне візуальне зіставлення поточної підстильної поверхні з електронними або паперовими топографічними базами. Це гарантує відновлення і точну фіксацію геопросторового положення підрозділу навіть в умовах суцільного «навігаційного вакууму». Паралельне ув'язування автоматизованих цифрових розрахунків із фундаментальними правилами військової топографії максимізує живучість командно-штабної мережі. Такий підхід повністю нівелює вплив людського фактора в стресових умовах та знижує ймовірність критичних навігаційних помилок до технологічного мінімуму.

Висновки.

1. Критичність системного підходу: За умов інтенсивної радіоелектронної протидії орієнтація на єдиний навігаційний канал є неприпустимим деструктивним ризиком. Бойова спроможність та стійкість підрозділів безпосередньо залежать від адаптивного комплексування класичних топогеодезичних методів із передовими цифровими засобами розвідки.

2. Трансформація ролі БпЛА: В умовах блокування супутникових сигналів безпілотні авіаційні комплекси перетворюються із засобів пасивного спостереження на базовий інструмент геопросторової прив'язки завдяки автоматизованому розпізнаванню рельєфу та ключових орієнтирів.

3. Перспективи технологічного розвитку: Подальша модернізація навігаційного забезпечення має фокусуватися на інтеграції алгоритмів комп'ютерного зору (террейн-навігації) та створенні автоматизованих робочих місць командного складу, здатних об'єднувати різнорідні топографічні дані в єдину інформаційну картину.

Список використаних джерел

1. Військова топографія : підручник / за ред. М. І. Воронова, В. О. Пакулова. Київ : ВІКНУ, 2021. 340 с.
2. Особливості навігаційного забезпечення підрозділів Збройних Сил України в умовах застосування противником засобів радіоелектронної боротьби : метод. рек. Київ : ЦНДІ ОВТ ЗСУ, 2023. 88 с.
3. Ковальчук О. П., Романюк В. А. Аналіз вразливостей супутникових навігаційних систем до навмисних завад типу «спуфінг» та «джемінг» у сучасних збройних конфліктах. Збірник наукових праць Військового інституту телекомунікацій та інформатизації. 2024. № 2 (46). С. 45–54.

4. Семчишин М. В., Ткаченко Ю. В. Застосування комплексних інерціально-супутникових навігаційних систем для підвищення живучості рухомих об'єктів тактичної ланки. Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки і оборони. 2025. Т. 28, № 1. С. 112–119.
5. Дмитрієв О. М., Петренко В. І. Використання безпілотних авіаційних комплексів для оперативного уточнення геопросторових даних в умовах радіоелектронної протидії. Наука і оборона. 2025. № 3. С. 23–29.
6. Groves P. D. Principles of GNSS, Inertial, and Multisensor Integrated Navigation Systems. 2nd ed. Boston : Artech House, 2015. 800 p.
7. Jian W., Zhang Y. Terrain Relative Navigation (TRN) for UAVs in GNSS-Denied Environments Using Computer Vision. IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems. 2023. Vol. 59, No. 4. P. 4120–4133.
8. Wendel J., Trommer G. F. Integrated INS/GNSS Navigation Systems with Robustness Against Spoofing and Jamming. Journal of Navigation. 2022. Vol. 75, No. 2. P. 289–304.
9. Bhatia S., Pullen S. Mitigation Tactics for Global Navigation Satellite System (GNSS) Vulnerabilities in Military Operations. GPS World & Defense Electronics. 2024. Vol. 35, No. 8. P. 14–22.

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРАВОВИХ МЕХАНІЗМІВ ЗАХИСТУ ДЕРЖАВНОЇ ТАЄМНИЦІ В УКРАЇНІ ТА ЗАРУБІЖНИХ КРАЇНАХ

Літвінов Родіон Віталійович
здобувач вищої освіти
ННІ ІБ СК НА СБ України
Тугарова О.К.
к.ю.н., доцент
Кафедра ОЗІОД ННІ ІБ СК НА СБ України

Забезпечення належного захисту державної таємниці залишається важливою складовою національної безпеки держави, особливо в умовах зростання кількості кіберзагроз, цифровізації державного управління та активного міжнародного обміну інформацією. Для України додаткового значення це питання набуває в умовах воєнного стану, коли порушення режиму секретності може створювати ризики для обороноздатності, функціонування органів державної влади та захисту критично важливих відомостей. Водночас розвиток міжнародного співробітництва з Європейським Союзом і НАТО зумовлює необхідність забезпечення сумісності національних механізмів захисту секретної інформації з відповідними міжнародними стандартами.

Правове регулювання державної таємниці в Україні базується на поєднанні законодавчих, організаційних та спеціальних режимних заходів. Центральне місце у цій системі посідає Закон України «Про державну таємницю», який визначає поняття державної таємниці, порядок віднесення інформації до державної таємниці, встановлення ступеня її секретності, засекречування та розсекречування матеріальних носіїв, а також загальні засади охорони секретної інформації [1]. Закон визначає державну таємницю як вид таємної інформації, розголошення якої може завдати шкоди національній безпеці України, а також встановлює механізми її охорони та відповідальність за порушення відповідних вимог [1].

Важливим елементом української моделі є Звід відомостей, що становлять державну таємницю. Він забезпечує конкретизацію категорій відомостей, які відповідно до встановленої процедури можуть бути віднесені до державної таємниці. Звід затверджений наказом Центрального управління Служби безпеки України від 23 грудня 2020 р. № 383 та оновлюється з урахуванням змін у сфері оборони, державної безпеки, інформаційних систем та інших напрямів, що мають значення для національної безпеки [2]. Зокрема, у 2026 році до Зводу вносилися зміни щодо відомостей, пов'язаних із місцем розташування об'єкта Національного центру резервування державних інформаційних ресурсів та об'єктів, щодо яких здійснюється державна охорона [2].

Українська система передбачає не лише формальне визначення інформації як секретної, а й створення спеціального режиму її використання. До його складових належать обмеження доступу, визначення ступеня секретності, встановлення процедур роботи із секретною інформацією, контроль за її матеріальними носіями, а також відповідальність за порушення встановлених вимог [1]. Таким чином, правовий механізм охорони державної таємниці має комплексний характер і охоплює основні етапи роботи із секретною інформацією — від її віднесення до державної таємниці до зміни ступеня секретності або розсекречування.

Порівняння з європейським підходом демонструє наявність спільних принципів. Так, Рішення Ради ЄС 2013/488/ЄС встановлює базові принципи та мінімальні стандарти безпеки для захисту інформації з грифом ЄС. Документ передбачає чотири рівні класифікації: TRÈS SECRET UE/EU TOP SECRET, SECRET UE/EU SECRET, CONFIDENTIEL UE/EU CONFIDENTIAL та RESTREINT UE/EU RESTRICTED. Рівень необхідного захисту визначається з урахуванням можливих наслідків несанкціонованого розкриття інформації [3].

Особливістю європейської моделі є значна увага до узгодженості процедур між державами-членами та інституціями ЄС. Рішення 2013/488/ЄС передбачає забезпечення еквівалентного рівня захисту класифікованої інформації у відповідних національних системах. Водночас передбачаються механізми співвіднесення національних рівнів секретності з рівнями класифікації ЄС, що має принципове значення для безпечного обміну інформацією між державами та інституціями Європейського Союзу [3].

Подібні принципи застосовуються і в системі НАТО. Захист класифікованої інформації в Альянсі ґрунтується на єдиних вимогах безпеки, які мають забезпечувати належний рівень її конфіденційності, цілісності та доступності. Важливе значення при цьому має поєднання національних систем безпеки держав-членів із загальними стандартами НАТО. Організаційне забезпечення відповідної політики здійснюється, зокрема, через структури НАТО, відповідальні за питання кадрової, фізичної, інформаційної та кібербезпеки [4].

У системі НАТО застосовуються чотири основні рівні класифікації: NATO RESTRICTED, NATO CONFIDENTIAL, NATO SECRET та COSMIC TOP SECRET. Доступ до такої інформації пов'язується з відповідним рівнем допуску та службовою необхідністю, а захист забезпечується сукупністю організаційних і процедурних заходів [4]. Такий підхід демонструє, що для НАТО принциповим є не лише встановлення рівня секретності, а й забезпечення контрольованого доступу до інформації протягом усього періоду її використання.

Порівняльна характеристика основних ознак відповідних моделей наведена в табл. 1.

Таблиця 1 − Порівняльна характеристика механізмів захисту секретної інформації*

Критерій	Україна	Європейський Союз	НАТО
Основний об'єкт захисту	Відомості, віднесені до державної таємниці	Класифікована інформація ЄС (EUCI)	Класифікована інформація НАТО
Нормативна основа	Закон України «Про державну таємницю», постанова КМУ № 939, акти СБУ	Рішення Ради ЄС 2013/488/ЄС	Основні принципи та мінімальні стандарти безпеки НАТО
Класифікація	Визначається законодавством України та Зводом відомостей, що становлять державну таємницю	TRÈS SECRET, SECRET, CONFIDENTIEL, RESTREINT	Встановлюється системою безпеки НАТО та узгоджується з національними системами
Доступ	Через установлені процедури допуску та доступу до державної таємниці	Відповідно до рівня класифікації та встановлених процедур	На основі встановлених вимог безпеки та права доступу
Організаційний компонент	Режим секретності, спеціальні підрозділи, контроль за носіями	Комплексні правила безпеки та відповідальність володільця інформації	Національні програми безпеки та спільні стандарти
Міжнародний аспект	Регулюється окремими міжнародними договорами та процедурами обміну	Передбачає взаємне забезпечення еквівалентного рівня захисту	Орієнтований на спільний рівень захисту інформації держав-членів

* складено автором на основі нормативно-правових актів України, Європейського Союзу та НАТО

Наведене в таблиці порівняння показує, що українська, європейська та натівська системи мають спільну базову логіку: доступ до секретної інформації пов'язується з її рівнем секретності, а захист забезпечується поєднанням правових, організаційних і процедурних заходів. Водночас відрізняється механізм нормативної побудови цих систем. В Україні значну роль відіграє централізоване нормативне визначення переліку відомостей, що можуть становити державну таємницю, тоді як у системах ЄС і НАТО значний акцент робиться на єдиних стандартах безпеки, взаємному визнанні рівнів захисту та організації міжнародного інформаційного обміну. Рішення ЄС прямо передбачає необхідність забезпечення еквівалентного рівня захисту класифікованої інформації в національних системах держав-членів.

Для України питання такого узгодження має практичне значення у зв'язку з поглибленням співпраці з європейськими та євроатлантичними структурами. Відповідно, розвиток національного законодавства у сфері державної таємниці доцільно пов'язувати не лише з удосконаленням внутрішніх процедур, а й із забезпеченням сумісності механізмів захисту інформації під час її міжнародного обміну. При цьому адаптація міжнародних підходів не повинна означати механічного перенесення зарубіжних норм, оскільки українська система функціонує в умовах власних безпекових, правових та організаційних особливостей.

Окремої уваги потребує цифровізація роботи із секретною інформацією. Перехід від переважно паперових носіїв до електронних інформаційних систем змінює характер ризиків і потребує поєднання традиційного режиму секретності з технічними засобами кіберзахисту, контролем доступу, ідентифікацією користувачів, реєстрацією дій та контролем інформаційних потоків. Тому сучасна модель охорони державної таємниці має розглядатися як комплексна система, у якій юридичні обмеження доповнюються організаційними та технологічними механізмами.

Порівняння українського та зарубіжних підходів до охорони секретної інформації свідчить про спільність їх основних засад: диференціацію інформації за рівнем секретності, обмеження доступу, встановлення спеціальних процедур поводження з інформацією та відповідальність за порушення режиму захисту. Водночас українська модель характеризується більш детальною нормативною регламентацією переліку відомостей, що становлять державну таємницю, тоді як європейський і євроатлантичний підходи значною мірою орієнтовані на уніфікацію стандартів та забезпечення еквівалентного рівня захисту під час міжнародного обміну інформацією. З огляду на сучасні безпекові умови та поглиблення міжнародного співробітництва перспективним напрямом розвитку українського законодавства є подальше вдосконалення процедур класифікації, доступу, обліку й захисту секретної інформації з одночасним урахуванням міжнародних стандартів та цифрових технологій безпеки.

Список використаних джерел

1. Про державну таємницю : Закон України від 21.01.1994 № 3855-XII База даних «Законодавство України» URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/3855-12 (дата звернення: 23.09.2026).
2. Про затвердження Зводу відомостей, що становлять державну таємницю : наказ Служби безпеки України від 23.12.2020 № 383 // База даних «Законодавство України» https://zakon.rada.gov.ua/go/z0052-21 (дата звернення: 23.09.2026).
3. Council Decision of 23 September 2013 on the security rules for protecting EU classified information (2013/488/EU) EUR-Lex. URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/dec/2013/488/2021-07-01 (accessed: 23.09.2026).
4. Security Committee. NATO. URL: https://www.nato.int/en/about-us/organization/nato-structure/security-committee-sc (accessed: 23.09.2026).

ОСОБЛИВОСТІ НАДАННЯ ДОПОМОГИ ПРИ ЗАТРИМЦІ ЕВАКУАЦІЇ (PROLONGED CASUALTY CARE) В УМОВАХ РОБОТИ ВОРОЖИХ БПЛА: ПРОТОКОЛИ ПІДТРИМКИ ТА ЗБЕРЕЖЕННЯ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ КІНЦІВОК ПРИ ТРИВАЛОМУ ВИКОРИСТАННІ ТУРНІКЕТА

Ярмош Василь
майор м/с у відставці, викладач
Рябова Софія
магістр
Сайчук Карина
магістр
Кафедра медицини катастроф та військової медицини
Харківський національний медичний університет, Україна

Вступ. Застосування ворожих БПЛА унеможливлює оперативну евакуацію поранених (CASEVAC/MEDEVAC), змушуючи бойових медиків надавати допомогу в умовах тривалого перебування в укриттях за протоколами Prolonged Casualty Care (PCC) [5]. Критичною проблемою таких затримок є перевищення 2-годинного ліміту використання турнікета, що призводить до компартмент-синдрому, рабдоміолізу, гострого пошкодження нирок та реперфузійних ускладнень [2]. Це вимагає адаптації алгоритмів конверсії турнікетів, оцінки протипоказань та впровадження комплексної підтримки для збереження життєздатності кінцівок [1].

Мета. Проаналізувати та систематизувати алгоритм надання допомоги при затримці евакуації (PCC) в умовах активності ворожих БПЛА, визначити критерії безпечної конверсії турнікета та обґрунтувати комплекс заходів із запобігання реперфузійним ускладненням для збереження життєздатності кінцівок поранених.

Матеріали та методи. Проведено аналіз сучасних міжнародних протоколів Tactical Combat Casualty Care (TCCC) та Prolonged Casualty Care (PCC), клінічних настанов Joint Trauma System (JTS) [1, 2], а також узагальнено наукові дані щодо патофізіології ішемічно-реперфузійних ушкоджень [4, 5]. Застосовано методи системного, порівняльного та змістовного (контент) аналізу для адаптації стандартних процедур конверсії турнікетів до умов ведення дій за активності ворожих БПЛА [3].

Результати. Аналіз умов ведення бойових дій за панування ворожих БПЛА показав, що затримка евакуації поранених понад 2 години створює критичні ризики розвитку ішемічних ушкоджень тканин [4, 5]. Тривала оклюзія кровотоку запускає патофізіологічну каскадну реакцію: виражений набряк м'язів у замкнутих фасціальних футлярах викликає компартмент-синдром, а масивний некроз міоцитів призводить до рабдоміолізу з вивільненням міоглобіну та загрозою розвитку гострого пошкодження нирок [2].

З огляду на це, у межах протоколу PCC обґрунтовано алгоритм конверсії турнікета (переходу на гемостатичний бандаж або тиснучу пов'язку) як основного методу збереження кінцівки [3]. Встановлено, що дана процедура є безпечною лише за умов суворого дотримання критеріїв: збережений чіткий контакт і притомність пораненого, стабільна гемодинаміка без ознак шоку, повна візуалізація ранової поверхні та можливість контролювати кровотечу. Обов'язковим технічним елементом є попереднє накладення дублюючого турнікета проксимальніше первинного без його затягування, що дає змогу негайно зупинити повторну кровотечу у разі її виникнення при послабленні тиску [1, 3].

Систематизовано абсолютні протипоказання до зняття чи конверсії турнікета: тривалість ішемії понад 6 годин, наявність травматичної ампутації або масивного розтрощення кінцівки, неконтрольоване джерело кровотечі та стан геморагічного шоку [2]. У таких ситуаціях пріоритетом є порятунок життя, а не кінцівки, тому турнікет залишається затягнутим до етапу передової хірургічної допомоги (Role 2/3), оскільки раптове послаблення тиску після 6 годин викликає фатальний реперфузійний синдром з вивільненням токсичних продуктів метаболізму, гіперкаліємією та зупинкою серця [5].

Доведено, що збереження життєздатності тканин при тривалій затримці вимагає мультимодального підходу [1]. Це включає адекватне знеболення для купірування важкого ішемічного болю, безперервний контроль і запобігання гіпотермії (що поглиблює коагулопатію та ацидоз), а також суворе фіксування часу всіх маніпуляцій у картці пораненого (TCCC/PCC Card) [3].

Висновки.

1. Активне використання противником БПЛА змінює часові рамки евакуації та робить концепцію Prolonged Casualty Care (PCC) основним стандартом надання допомоги пораненим в умовах тривалої ізоляції на позиціях.

2. Конверсія турнікета є ключовим етапом збереження кінцівки при затримці евакуації, однак її безпечне виконання можливе лише у часовому інтервалі від 2 до 6 годин за умов притомності пораненого, відсутності шоку та візуального контролю джерела кровотечі.

3. Перебування джгута на кінцівці понад 6 годин є абсолютним протипоказанням до його зняття чи конверсії на догоспітальному етапі через високу загрозу розвитку фатального реперфузійного синдрому, гіперкаліємії та зупинки серця, що вимагає збереження турнікета до етапу Role 2/3.

4. Забезпечення життєздатності пораненого за умов PCC потребує мультимодальної підтримки: адекватного купірування ішемічного болю, активної профілактики гіпотермії (для запобігання коагулопатії) та безперервного фіксування часу виконання маніпуляцій у картці TCCC/PCC Card.

Список використаних джерел

1. Joint Trauma System Clinical Practice Guidelines (CPGs) for Prolonged Casualty Care and Tactical Combat Casualty Care (TCCC) / Joint Trauma System (JTS). Fort Sam Houston, TX : Joint Trauma System, 2022. URL: https://jts.health.mil/index.cfm/PI_CPGs/cpgs
2. Prolonged Casualty Care Guidelines / Joint Trauma System (JTS), Committee on Tactical Combat Casualty Care. National Center for Biotechnology Information (NCBI). 2024. URL: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11592118/
3. Damage Control Resuscitation in Prolonged Field Care (PFC) : Clinical Practice Guideline / PFC Working Group. TCCC Ukraine. 2022. URL: https://tccc.org.ua/files/downloads/damage-control-resuscitation-in-prolonged-field-care-pcc-en.pdf
4. Karamyshev D., Hordiienko O. Organizational and management aspects of medical and evacuation support for personnel of the Armed Forces of Ukraine at the pre-hospital stage in the conditions of the single medical space. ResearchGate. 2025. URL: https://www.researchgate.net/publication/402814273_Organizational_and_management_aspects_of_medical_and_evacuation_support_for_personnel_of_the_Armed_Forces_of_Ukraine_at_the_pre-hospital_stage_in_the_conditions_of_the_single_medical_space
5. Recent advances and clinical guidelines in prolonged tactical combat casualty care under high-density unmanned aerial system conditions. Springer Link. 2026. DOI: https://doi.org/10.1007/s44467-026-00022-z. URL: https://link.springer.com/article/10.1007/s44467-026-00022-z

РОЛЬ НАУКОВО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ІННОВАЦІЙ У ПІДВИЩЕННІ СТІЙКОСТІ СЕКТОРУ БЕЗПЕКИ Й ОБОРОНИ УКРАЇНИ

Дідіченко Володимир
к.в.н., с.н.с.
Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України, Україна

Безпекова ситуація останніх років показала, наскільки швидко змінюється характер воєнних загроз. На перебіг протистояння дедалі більше впливають цифрові засоби, кібератаки, боротьба за інформацію та можливість швидко впроваджувати нові технології. Для України, яка відбиває повномасштабну агресію російської федерації, розвиток власних науково-технологічних спроможностей має цілком практичне значення: від нього залежать захист критичної інфраструктури, стійкість державних установ і здатність сил оборони виконувати завдання в умовах постійних змін.

У Стратегічній концепції НАТО стійкість визначено однією з передумов ефективного стримування та оборони. У документі також наголошено на технологічних інноваціях, кіберзахисті й необхідності пристосовуватися до нових загроз [1]. Для сектору безпеки й оборони України стійкість означає не тільки здатність витримати удар. Не менш важливо завчасно помічати ризики, продовжувати роботу за несприятливих обставин, відновлювати втрачені спроможності та змінювати способи дій відповідно до обстановки.

Однак сама наявність наукових розробок ще не гарантує практичного результату. Важливо, скільки часу минає від появи ідеї до її випробування та використання, чи можна застосувати рішення в різних підрозділах і установах та чи сумісне воно з уже наявними засобами. Саме на цьому етапі часто визначається, чи стане розробка реальною перевагою для сектору безпеки й оборони, чи залишиться експериментальним зразком.

Науково-технологічні інновації потрібні не лише для створення нових зразків техніки. Вони можуть змінювати порядок управління, обміну інформацією, матеріального забезпечення та підготовки фахівців, а також допомагати швидше відновлювати порушені спроможності (рис. 1). Такий широкий підхід відповідає позиції НАТО щодо розвитку технологічної переваги й урахування нових рішень під час оборонного планування [1].

Один із практичних напрямів – цифрові засоби управління та інформаційно-аналітичної підтримки. Вони дають змогу швидше зводити дані з різних джерел, бачити зміни обстановки й узгоджувати дії органів та підрозділів. За належної організації обміну інформацією цифрові системи також зменшують ризик втрати важливих відомостей. Водночас їхня користь залежить від якості даних, захисту каналів зв’язку та наявності резервного порядку роботи на випадок відмови окремих компонентів.



Рисунок 1. Науково-технологічні інновації – ключовий чинник адаптації сектору безпеки й оборони до динамічних змін безпекового середовища

Штучний інтелект може допомагати опрацьовувати великі обсяги даних, виявляти повторювані ознаки, оцінювати ризики й діагностувати технічні несправності. Проте результат, отриманий алгоритмом, не слід автоматично вважати правильним. Його потрібно перевіряти, зважати на можливі помилки та упередження, а також забезпечувати захист даних. Остаточне рішення має залишатися за уповноваженою людиною, яка розуміє обставини й відповідає за наслідки своїх дій.

Безпілотні та роботизовані комплекси вже розширюють можливості спостереження, обстеження небезпечних ділянок, технічної діагностики й доставки вантажів. У певних ситуаціях вони дають змогу виконувати завдання без безпосереднього перебування людини в зоні ризику. Але сам факт використання безпілотної системи не гарантує надійності: потрібні стійкий зв'язок, захищене програмне забезпечення, належне технічне обслуговування та можливість діяти за обмеженого енергетичного чи інформаційного забезпечення.

Україні важливо не обмежуватися закупівлею готових технологій. Необхідно розвивати власні можливості розробляти, випробовувати, ремонтувати й удосконалювати такі засоби, а за потреби – налагоджувати їх серійне виробництво. Дорожня карта співробітництва України та НАТО у сфері інновацій, оприлюднена у 2024 році, передбачає активнішу взаємодію інноваційних середовищ, підтримку розробок і прискорення впровадження рішень, потрібних Україні [2]. Практичний результат залежатиме від того, чи вдасться довести перспективні ідеї до перевірених технологій, які можна застосовувати в реальних умовах.

Що більше державні установи та військові організації залежать від цифрових систем, то відчутнішими стають наслідки кібератак, несанкціонованого доступу, пошкодження даних або припинення роботи електронних сервісів. Тому кіберзахист не можна зводити до встановлення окремих програмних засобів. Він має включати постійне спостереження за загрозами, розмежування доступу, резервне копіювання, перевірку програмного забезпечення, відновлення даних і підготовку працівників. Потрібна також взаємодія державних установ із приватними компаніями, адже значна частина технологічних ресурсів і фахових знань перебуває саме в недержавному секторі.

У матеріалах НАТО стійкість пов'язується зі здатністю суспільства готуватися до загроз, реагувати на них, відновлювати роботу та пристосовуватися до нових умов. Окремо підкреслюється роль критичної інфраструктури, ланцюгів постачання й координації між відомствами [3]. Для України це означає, що технічні засоби захисту мають доповнюватися чіткими процедурами, підготовленими фахівцями та заздалегідь визначеним порядком дій у разі порушення роботи систем. Без резервного сценарію, регулярних перевірок і зрозумілого розподілу відповідальності навіть сучасне обладнання не забезпечить потрібної стійкості.

Ще один важливий напрям – оновлення оборонного виробництва та тісніший зв'язок між наукою і практичними потребами війська. Здатність швидко ремонтувати техніку, замінювати дефіцитні деталі, пристосовувати виробничі лінії та перевіряти нові рішення безпосередньо впливає на тривалість використання озброєння й техніки. Для цього мають працювати разом науково-дослідні установи, університети, виробники та державні замовники. Така співпраця допомагає точніше визначати потребу, швидше перевіряти розробки й уникати ситуацій, коли перспективне рішення не відповідає умовам його реального застосування.

Європейська стратегія оборонної промисловості, представлена 5 березня 2024 року, передбачає зміцнення оборонно-промислової бази ЄС, підтримку досліджень, підвищення готовності виробництва та розширення співпраці з партнерами, зокрема з Україною [4]. Для нашої держави це питання не обмежується збільшенням випуску озброєння. Необхідно мати змогу його ремонтувати, модернізувати, забезпечувати запасними частинами та підтримувати виробництво в умовах перебоїв постачання. Власні дослідницькі й виробничі можливості доцільно розвивати разом із міжнародною кооперацією, обміном досвідом і узгодженням технічних стандартів.

Зміни в техніці та способах ведення бойових дій висувають нові вимоги до військової освіти й підготовки особового складу. Фахівцям дедалі частіше потрібні навички роботи з цифровими системами, розуміння основ кібербезпеки та вміння критично оцінювати інформацію, отриману за допомогою автоматизованих засобів. Симулятори й віртуальні навчальні середовища допомагають відпрацьовувати окремі дії та економити ресурси під час

підготовки. Водночас вони не можуть повністю замінити практичні заняття, роботу з реальною технікою та досвід виконання завдань.

На шляху впровадження інновацій є й конкретні перешкоди. Серед них – нестача коштів і фахівців, залежність від імпортних компонентів, несумісність інформаційних систем, ризик витоку чутливих даних і труднощі з переходом від дослідного зразка до серійного використання. Технології швидко застарівають, тому витрати не закінчуються після закупівлі чи розроблення: потрібні обслуговування, оновлення, кіберзахист і навчання персоналу. Отже, оцінювати слід не лише початкову ціну, а й витрати протягом усього строку використання рішення.

Щоб подолати ці проблеми, потрібна послідовна організація інноваційної роботи. Насамперед слід визначати потреби сектору безпеки й оборони, на які варто спрямовувати дослідження, а потім забезпечувати зрозумілий порядок випробування, оцінювання та впровадження розробок. До цього процесу важливо залучати державні установи, науковців, виробників і міжнародних партнерів. Результат доцільно оцінювати за практичними ознаками: скільки часу минуло від розроблення до застосування, наскільки надійно працює система, чи можна відновити її після збою, чи сумісна вона з іншими засобами та чи підтверджена її ефективність у реальних умовах.

Отже, інновації посилюють стійкість не самі по собі, а тоді, коли технічні рішення поєднані з підготовленими людьми, належною організацією роботи та відповідними правилами. Вирішальне значення має зв’язок між науковими розробками й реальними потребами сектору безпеки й оборони, а також здатність перевірити нове рішення, безпечно його впровадити й підтримувати в робочому стані.

Для України науково-технологічні інновації важливі передусім тим, що допомагають пристосовуватися до змін у способах ведення війни, поліпшувати управління, захищати цифрову інфраструктуру та розвивати власні оборонні можливості. Серед практично значущих напрямів – цифрові засоби управління, обережне й контрольоване застосування штучного інтелекту, безпілотні та роботизовані системи, оновлення оборонного виробництва і підготовка фахівців.

Однак нові технології не дадуть сталого результату без належної організації, кадрового забезпечення та зрозумілих правил застосування. Потрібна постійна взаємодія наукових установ, закладів освіти, державних органів, оборонних підприємств і міжнародних партнерів. Необхідними умовами є захист інформації, сумісність рішень, перевірка їхньої практичної користі та подальше вдосконалення після впровадження.

Таким чином, розвиток науково-технологічних інновацій слід пов’язувати з конкретними завданнями зміцнення обороноздатності України. Що коротшим буде шлях від дослідження до перевіреного практичного рішення, то швидше сектор безпеки й оборони зможе реагувати на нові загрози. Для цього потрібні не лише нові розробки, а й умови для їх випробування, виробництва, впровадження та тривалого використання.

Список використаних джерел

1. North Atlantic Treaty Organization. (2022). NATO 2022 strategic concept. https://www.nato.int/en/about-us/official-texts-and-resources/official-texts/2022/06/29/nato-2022-strategic-concept
2. North Atlantic Treaty Organization. (2024, August 5). Summary of the NATO-Ukraine Innovation Cooperation Roadmap. https://www.nato.int/en/about-us/official-texts-and-resources/official-texts/2024/08/05/summary-of-the-nato-ukraine-innovation-cooperation-roadmap
3. North Atlantic Treaty Organization. (n.d.). Deterrence and defence. Retrieved October 17, 2026, from https://www.nato.int/en/what-we-do/deterrence-and-defence/deterrence-and-defence
4. European Commission & High Representative of the Union for Foreign Affairs and Security Policy. (2024, March 5). A new European Defence Industrial Strategy: Achieving EU readiness through a responsive and resilient European Defence Industry (JOIN(2024) 10 final). EUR-Lex. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52024JC0010

ОРГАНІЗАЦІЙНІ МЕХАНІЗМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВА В УМОВАХ ЗРОСТАННЯ КІБЕРЗАГРОЗ

Вербицький Андрій Віталійович
здобувач вищої освіти
ННІ ІБ СК НА СБ України
Шепета Олена Василівна
професор КОЗІОД,
к.ю.н., доцент ННІ ІБ СК НА СБ України

Розширення використання цифрових технологій у господарській діяльності супроводжується зростанням ризиків несанкціонованого доступу до інформації, кібератак і порушення роботи інформаційних систем. За таких умов підприємствам недостатньо покладатися лише на технічні засоби захисту. Важливе значення має організація внутрішніх процесів, визначення відповідальних осіб, контроль доступу до даних і формування належної культури роботи з інформацією. Це зумовлює актуальність дослідження організаційних механізмів, які забезпечують системний захист інформаційних ресурсів підприємства.

Інформаційна безпека підприємства залежить від узгодженої роботи управлінських підрозділів, працівників і технічних засобів захисту. Навіть за наявності сучасного програмного забезпечення організація може залишатися вразливою, якщо працівники використовують ненадійні паролі, передають

конфіденційні документи через незахищені канали або мають надмірні права доступу до корпоративних систем. Тому організаційні механізми мають бути спрямовані не лише на реагування на інциденти, а й на їх попередження.

Основою такого підходу є визначення політики інформаційної безпеки підприємства. Вона повинна встановлювати загальні принципи захисту інформації, правила використання корпоративних пристроїв і сервісів, порядок роботи з конфіденційними даними та відповідальність працівників. Важливо, щоб відповідні правила враховували реальні умови діяльності підприємства, а не залишалися формальним документом. Для цього керівництво має забезпечити доведення встановлених вимог до персоналу та контроль за їх виконанням.

Важливим організаційним механізмом є розподіл відповідальності. Керівництво визначає пріоритети інформаційної безпеки й забезпечує необхідні ресурси, відповідальні фахівці координують захисні заходи, а працівники дотримуються встановлених правил [2]. На підприємствах, де немає окремого підрозділу інформаційної безпеки, відповідні функції можуть розподілятися між керівником, ІТ-фахівцем та іншими уповноваженими працівниками. Водночас важливо чітко визначити їхні повноваження, щоб уникнути ситуацій, коли відповідальність за критичні процеси фактично не закріплена за жодною особою.

Наступним напрямом є управління доступом до інформаційних ресурсів. Працівники повинні отримувати лише ті права, які необхідні для виконання їхніх посадових обов’язків. Під час прийняття на роботу, переведення на іншу посаду або звільнення необхідно своєчасно переглядати відповідні права доступу. Особливу увагу слід приділяти адміністративним обліковим записам, фінансовим системам, базам клієнтів і документам, що містять комерційну таємницю. Регулярний перегляд доступів знижує ризик використання інформації особами, які більше не мають відповідних повноважень.

Не менш важливим є управління інформаційними ризиками. Підприємство має визначати найбільш цінні інформаційні ресурси, можливі загрози та наслідки порушення їхньої конфіденційності, цілісності або доступності. Наприклад, втрата доступу до бухгалтерської системи може затримати фінансові операції, а розголошення відомостей про клієнтів або комерційні умови договорів − спричинити фінансові та репутаційні втрати. Оцінювання таких ризиків дає змогу визначити пріоритетні напрями захисту й раціонально розподіляти ресурси підприємства.

Організаційна система безпеки також має передбачати порядок реагування на інформаційні інциденти. Працівники повинні знати, кому повідомляти про підозрілі повідомлення, втрату пристрою, несанкціонований доступ або випадкове розголошення інформації. Внутрішні процедури мають визначати порядок фіксації інциденту, обмеження його наслідків, відновлення даних і аналізу причин виникнення. Своєчасне реагування допомагає скоротити тривалість порушення роботи та запобігти повторенню подібних ситуацій.

Для забезпечення безперервності діяльності необхідно організувати резервне копіювання інформації та періодично перевіряти можливість її

відновлення [1]. Сам факт створення резервних копій не гарантує готовності підприємства до інциденту, якщо дані зберігаються неналежним чином або процедура відновлення не перевіряється. Тому доцільно визначити періодичність копіювання, відповідальних осіб, умови зберігання резервних даних і порядок дій у разі виходу з ладу основних інформаційних систем.

Окрему роль відіграє навчання персоналу. Працівники мають розуміти основні загрози, знати правила роботи з конфіденційними документами, уміти розпізнавати фішингові повідомлення та дотримуватися вимог щодо використання паролів. Навчання доцільно проводити регулярно, доповнюючи його практичними прикладами, інструктажами та аналізом типових помилок. Такий підхід допомагає сформувати відповідальне ставлення до інформації та зменшити вплив людського чинника на рівень безпеки.

Узагальнення основних організаційних механізмів забезпечення інформаційної безпеки підприємства наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 − Основні організаційні механізми забезпечення інформаційної безпеки підприємства

Напрям	Основні заходи	Очікуваний результат
Управління інформаційною безпекою	Затвердження внутрішньої політики, визначення відповідальних осіб	Упорядкування процесів захисту та розподіл повноважень
Контроль доступу	Надання прав відповідно до посадових обов’язків, регулярний перегляд доступів	Зменшення ризику несанкціонованого використання інформації
Управління ризиками	Виявлення критичних ресурсів, оцінювання загроз і можливих наслідків	Визначення пріоритетів захисту та раціональне використання ресурсів
Реагування на інциденти	Встановлення порядку повідомлення, фіксації та локалізації інцидентів	Своєчасне реагування й обмеження негативних наслідків
Резервне копіювання	Визначення графіка копіювання та перевірка відновлення даних	Підвищення готовності до втрати інформації або технічних збоїв
Навчання персоналу	Проведення інструктажів, ознайомлення з типовими загрозами та правилами роботи з даними	Зменшення кількості помилок працівників і підвищення обізнаності

*складено автором.

Наведені механізми доцільно впроваджувати комплексно, оскільки окремі заходи не можуть повністю усунути інформаційні ризики. Наприклад, контроль доступу буде ефективнішим за умови своєчасного оновлення прав працівників, а резервне копіювання − за наявності визначеного порядку відновлення даних і відповідальних осіб. Регулярний перегляд внутрішніх процедур дає змогу враховувати зміни в діяльності підприємства, появу нових цифрових сервісів і характер актуальних загроз.

Під час побудови системи інформаційної безпеки підприємство може враховувати міжнародні підходи до управління ризиками. Зокрема, стандарт ISO/IEC 27001:2022 визначає вимоги до системи управління інформаційною безпекою [3], а Рамкова структура кібербезпеки NIST CSF 2.0 пропонує підхід до оцінювання та управління кіберризиками [4]. Їх використання може допомогти систематизувати внутрішні процеси, визначити цілі захисту та організувати постійне вдосконалення відповідних заходів. Вибір конкретної моделі має залежати від масштабу підприємства, характеру його діяльності та наявних ресурсів.

Таким чином, організаційні механізми є необхідною складовою інформаційної безпеки підприємства в умовах зростання кіберзагроз. Їх ефективність залежить від чіткого розподілу відповідальності, контрольованого доступу до даних, управління ризиками, підготовки персоналу та готовності реагувати на інциденти. Комплексне впровадження таких заходів сприяє захисту інформаційних ресурсів, зменшенню ймовірності порушень і забезпеченню безперервності господарської діяльності.

Список використаних джерел

1. Про захист інформації в інформаційно-комунікаційних системах : Закон України від 05.07.1994 № 80/94-ВР. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/80/94-%D0%B2%D1%80 (дата звернення: 22.10.2026).
2. Про основні засади забезпечення кібербезпеки України : Закон України від 05.10.2017 № 2163-VIII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/2163-19 (дата звернення: 20.10.2026).
3. ISO/IEC 27001:2022. Information security, cybersecurity and privacy protection − Information security management systems − Requirements. Geneva : International Organization for Standardization, 2022. URL: https://www.iso.org/standard/27001.html (дата звернення: 22.10.2026).
4. Pascoe C., Quinn S., Scarfone K. The NIST Cybersecurity Framework (CSF) 2.0. Gaithersburg : National Institute of Standards and Technology, 2024. DOI: https://doi.org/10.6028/NIST.CSWP.29.

Section: Pedagogy, Philology and Linguistics

INTEGRATING STEAM EDUCATION AND OUTDOOR LEARNING

Chinara Mammadli
Lecturer, PhD Student
STEAM Center, Azerbaijan State Pedagogical University, Azerbaijan

Summary: In the modern education system, children not only acquire theoretical knowledge, but also apply that knowledge in real life conditions, develop creative and critical thinking, problem solving, cooperation and independent decision-making skills are among the main priorities. In this regard, STEAM education and outdoor activities attract attention as important pedagogical directions that complement traditional teaching approaches.

STEAM model is based on the integration of science (Science), technology (Technology), engineering (Engineering), art (Arts) and mathematics (Mathematics), allowing children to learn the world around them from various aspects. Outdoor education, on the other hand, aims to develop children's knowledge and skills based on practical experiences through the transformation of the natural environment into a learning space.

Activities carried out within the framework of Forest School Azerbaijan provide practical examples of how these two approaches can complement each other. Creative work with natural materials, habitat modeling, observation and research tasks, collective games and outdoor reading activities serve to form a learning environment based on the active participation of children.

Keywords: STEAM education, Forest School Azerbaijan, outdoor learning, nature-based education, early childhood education, environmental literacy, experience-based learning, creative thinking.

1. **Introduction:** The need for new learning environments in modern education

One of the main tasks facing education in the 21st century is to provide children with knowledge and skills according to the requirements of the changing world. In the traditional education model, the presentation of knowledge by the teacher and mastering it by the student is at the forefront, while in modern pedagogical approaches, it becomes more important for the child to become an active participant in the learning process.

Children, especially at an early age, learn about the environment not only by listening, but also by seeing, touching, moving, comparing and experimenting. For this reason, creating interaction with real objects in the educational process can make an important contribution to their cognitive development.

Nature is a living laboratory that offers a wide range of learning opportunities in this regard. Trees, leaves, soil, water, stones, insects and other natural elements arouse interest, raise questions and strengthen the desire to conduct research in children.

For example, while a child's observation of a tree leaf may seem like a simple activity, as a result of proper pedagogical orientation, this process can become a complex learning experience that combines elements of biology, mathematics, art, and environmental education.

The child examines the shape and color of the leaf, compares it with other leaves, determines its size, describes it and tries to find out which tree it belongs to. Thus, one natural object becomes the starting point for the integration of several educational directions.

One of the important features of the Forest School Azerbaijan approach is that it values nature not only as a place of rest, but also as an educational environment where children's research, creative and social interaction skills are developed.

This approach not only increases children's interest in learning, but also creates favorable conditions for the formation of a responsible attitude towards nature.

2. The essence and importance of STEAM education in early life

STEAM education is an integrative education model based on the interconnected teaching of different fields of science. The main goal of this model is not to be satisfied with giving children knowledge in different subjects, to ensure that they establish a connection between those knowledge and use it to solve real problems.

The STEAM model has five main components:

* Science – Science: Observation of natural phenomena, study of living things, investigation of cause-and-effect relationships.

* Technology – Technology: Targeted use of various tools and tools, recognition of simple technological solutions.

* Engineering – Engineering: Building construction, developing models, finding practical solutions to problems.

* Arts – Art: Creativity, aesthetic thinking, working with color, shape and materials.

* Mathematics – Mathematics: Understanding counting, measurement, comparison, grouping and spatial relations.

In the early age period, STEAM education does not mean memorizing complex scientific terms. On the contrary, it is to create conditions for children to understand the events they encounter in everyday life by asking questions, observing and experimenting.

For example, children develop mathematical thinking skills when they collect different stones and compare their sizes. When they observe stones sinking when immersed in water or other materials floating, they get acquainted with simple physical phenomena.

At the same time, children apply the initial elements of engineering thinking when developing a small bridge or shelter model from natural materials.

The main advantage of such activities is that children try to discover knowledge through their own experiences instead of accepting it in a ready-made form.

One of the important features of STEAM education is the change in attitude towards mistakes. While error in the traditional approach is often viewed as a negative outcome, error in STEAM activities provides an opportunity to search for new solutions.

When a child's construction is destroyed, the teacher can immediately direct him to think instead of presenting the correct answer: “Do you think why it fell apart?”, “What can we change to make it stronger?”

Such questions support the formation of independent thinking, cause-and-effect relationships and problem-solving skills in children.

3. Outdoor Learning: Turning nature into a learning space

Outdoor Learning, that is, outdoor learning, involves organizing the learning process outside the classroom, in natural or other outdoor spaces. The main purpose of this approach is for children to acquire knowledge and skills through interaction with the real environment.

Outdoor education is not limited to excursion or free-to-play activities. When purposefully planned, activities in nature can include the fields of science, language, mathematics, art, physical development, and socio-emotional learning.

Learning in nature allows children to involve all sense organs in action. Children listen to different sounds, smell plants, touch the surface of materials, observe colors and shapes.

This multifaceted practice helps to connect the learned concepts with specific events and objects.

Another important aspect of outdoor activities is the wide range of physical movement capabilities. Children's movement, walking on different surfaces, carrying and placing things create conditions for the development of large and small motor skills.

In addition, working in a group in nature provides opportunities to develop cooperation, queue waiting, mutual assistance and communication skills.

In Forest School philosophy, the child's initiative and interest are of particular importance. The educator acts not only as a person who transmits information, but also as a facilitator who supports and guides the child's observations and discoveries.

For example, when a child sees an insect in the soil, instead of giving ready information, the teacher can continue the research with questions: “, where does this insect live?”, “Do you think it feeds on?”, “Why does it hide under the ground?”

Thus, the child's natural interest becomes the driving force of the learning process.

Safety, weather conditions, age characteristics of children, accessibility and pedagogical purpose of activity must be taken into account during the quality organization of outdoor education. Especially in early age groups, the use of safe materials, adult supervision and hygiene rules should be an integral part of the activity.

4. Integration of STEAM and outdoor activities in Forest School Azerbaijan practice

One of the important features of the activities organized within the framework of Forest School Azerbaijan is the creation of direct interaction between children and nature. The photos presented show children participating in various experiences and creative activities, working with natural materials, exploring the environment and engaging in group learning.

These activities are interesting examples of the application of individual components of STEAM education in open air.

5. Effects of STEAM and outdoor activities on children's developmental areas

Integrating STEAM and outdoor activities has the potential to simultaneously support different areas of development of children. The advantage of this approach is that the learning process is not only aimed at academic results, but also at the development of the child as a person.

The various natural and geographical conditions of our country create ample opportunities for the application of this approach. Forests, highlands, rivers, lakes, national parks and other natural spaces can be used to organize research-based educational activities for different age groups.

For the effective use of these opportunities from a pedagogical point of view, it is important to connect nature-based activities with specific learning goals.

For example, the study of biodiversity in the forest environment, the observation of aquatic ecosystems near water bodies, the study of weather conditions and relief characteristics in mountainous areas can form the basis of STEAM-oriented programs.

However, the evaluation of such activities as STEAM education should be based not only on the variety of materials, but also on the purpose for which they are used. The main criterion is for the child to ask questions, conduct research, establish connections between different fields of knowledge and explain the result obtained.

In the future, it may be important to expand cooperation between preschool educational institutions, secondary schools, parents, environmental organizations and non-formal education initiatives for the development of this direction.

In addition, professional training of educators in STEAM methodology, outdoor education planning, risk management and observational assessment of children's development also plays an important role.

Initiatives such as Forest School Azerbaijan can become a useful platform in terms of collecting practical experiences in this direction, testing new pedagogical approaches and increasing public interest in nature-based learning.

Conclusion: Modern education should serve not only to provide information, but also to educate children as thinking, researching, creating, collaborating and responsibly approaching the environment.

To achieve this goal, the integration of STEAM education and outdoor activities provides important pedagogical opportunities.

While the STEAM approach allows children to discover connections between science, technology, engineering, art, and mathematics, outdoor learning enables the application of that knowledge in a real environment.

References

1. Beames, S., Higgins, P., & Nicol, R. (2012). Learning Outside the Classroom: Theory and Guidelines for Practice. Routledge.
2. Quigley, C. F., & Herro, D. (2016). Finding the Joy in the Unknown: Implementation of STEAM Teaching Practices in Middle School Science and Math Classrooms. Journal of Science Education and Technology, 25, 410–426.
3. Bell, S., et al. (2008). Greenspace and Quality of Life: A Critical Literature Review. Greenspace Scotland.
4. Kuo, M., Barnes, M., & Jordan, C. (2019). Do Experiences With Nature Promote Learning? Converging Evidence of a Cause-and-Effect Relationship. Frontiers in Psychology, 10, 305.
5. UNESCO (2017). Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives. UNESCO Publishing.

USE OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES AT THE LESSONS AT PRIMARY SCHOOL

Bliashevska Alla
Ph.D., Associate Professor
Oleksiiuk Tetiana
4th year student of speciality Primary Education
Lutsk Pedagogical Institute, Ukraine

The current stage of education development is characterized by deep transformational processes associated with the implementation of the concept of the New Ukrainian School and the implementation of the competence approach. Primary school is the foundation of a child's further educational progress. At this stage the foundations of critical thinking, creativity, independence and responsibility are laid.

Innovative approaches to training involve a systematic update of the content, methods and forms of organization of educational activities in accordance with modern public requests. They are aimed at the formation of key competencies defined by state standards, in particular, the ability to learn throughout life, information and digital literacy, initiative, social and civic activity.

Special attention needs to be paid to taking into account the age and psychological characteristics of younger schoolchildren. At this age arbitrary attention, imaginative and logical thinking, emotional and volitional sphere are actively developing. Therefore, the educational process should be dynamic, emotionally rich, oriented to the student's activity. It is innovative approaches that create conditions for the implementation of activity learning.

Effective innovative approaches include interactive teaching methods that ensure active interaction of all participants in the educational process. Work in pairs and small groups, the method of "brainstorming", discussions, role-playing games contribute to

the development of communication skills, the formation of social competence and the culture of dialogue

Such methods allow students not only to absorb information, but also to apply it in new situations, argue their own position, listen to others and work on a common result. Interactive learning forms a positive psychological climate in the classroom and increases the level of cognitive activity.

An important place is occupied by project activities that develop students' research and creative abilities. In the process of completing projects, students learn to identify a problem, set a goal, plan activities, select information from various sources, analyze it and present the results.

The project activity contributes to the integration of knowledge from various educational fields, forms the skills of self-organization and responsibility. It also provides a practical orientation of learning, which is especially important for younger schoolchildren.

The game remains the leading activity of children of primary school age. Didactic games, quests and educational competitions create conditions for natural and relaxed learning. They contribute to the development of attention, memory, imagination, thinking, as well as a positive effect on the emotional state of the child, allow us to reduce the level of anxiety.

The method of problem-based learning involves the organization of the educational process based on the creation of problem situations that encourage students to search actively for ways to solve them. Educational activity is not based on the recreation of ready-made information. It is based on its understanding and independent discovery. The teacher directs the cognitive activity of schoolchildren through the formulation of problematic questions, the formulation of hypotheses and the organization of the discussion of possible solutions. This contributes to the activation of thinking, the development of logical operations of analysis, synthesis, comparison and generalization.

The integration of STEM education elements in primary school is considered an important factor in the development of research skills and students' cognitive interest in natural and mathematical disciplines. The use of elementary experiments, modeling, construction and practice-oriented tasks contributes to the formation of a holistic view of the relationships between science, technology, engineering and mathematics. This approach develops logical thinking, research skills, the ability to work with information and apply knowledge in real situations, while stimulating the creative activity of younger schoolchildren.

Blended learning technology is based on a combination of traditional forms of organization of the educational process with the use of digital resources and online tools. It provides learning flexibility, allows us to adapt the content and pace of work to the individual capabilities of the students and expands access to additional learning materials. The use of blended learning contributes to the formation of information and digital competence, increases motivation to learn and provides greater variability of forms of work at the lesson.

Digitalization of education opens new opportunities for diversifying the educational process. The use of interactive platforms, online services and multimedia materials contributes to increased clarity, individualization of training and prompt feedback.

In particular, Kahoot, Quizizz, LearningApps, Wordwall services allow us to create interactive exercises and quizzes that activate students' cognitive activity. Padlet and Jamboard platforms ensure the organization of teamwork and joint discussion of ideas.

At the same time, the use of digital technologies is focused on the principles of pedagogical expediency, safety and moderation. It is important to combine traditional and innovative methods, ensuring a balanced educational process.

The effectiveness of the implementation of innovations depends on the professional competence of the teacher. A modern teacher acts as a facilitator, consultant and partner in learning. The educator creates a favourable educational environment, motivates students to be active and provides an individual approach.

Constant professional self-improvement, readiness to use new technologies and pedagogical creativity are necessary conditions for the successful implementation of innovative activities at primary school.

Thus, innovative approaches to education at primary school contribute to the formation of key competencies, the development of creative and critical thinking and increasing the educational motivation of younger schoolchildren. A systematic combination of interactive and digital technologies ensures the effectiveness of the educational process and prepares students for life in modern society.

References

1. Groshovenko O., Zhovnych O., Koval T. Using problem-based learning technology in the lessons of the integrated course "I explore the world". Modern information technologies and innovative methods of training in the training of specialists: methodology, theory, experience, problems. 2022. Issue 63. S. 87–95. URL: https://doi.org/10.31652/2412-1142-2022-63-87-95
(accessed: 18.10.26)
2. Karapuzova I. V., Karapuzova N. D. STEM education of preschool and primary links: content, directions, tools of professional interaction of teachers. The image of a modern teacher. 2026. №No. 5 (230). S. 154–162. URL: https://isp.pano.pl.ua/article/view/370848
(accessed: 19.10.26)
3. Kasian S. P. Mixed education in a general secondary education institution. Actual problems in the education system: general educational institution of secondary education - pre-university training - higher education institution. 2021. Issue 1. S. 147–149. URL: https://jrnl.kai.edu.ua/index.php/APSE/article/view/15850
(accessed: 20.10.26)
4. Company O., Potorii N. Didactic capabilities of Wordwall, LearningApps, Matific resources in the organization of teaching junior schoolchildren. Bulletin of

Lviv University. The series is pedagogical. 2024. Issue 41. URL: https://publications.lnu.edu.ua/bulletins/index.php/pedagogics/article/view/12554 (accessed: 20.10.26)
5. Lytvynov A., Danileiko L. Project activity as an effective method of forming key competencies of junior schoolchildren. Scientific notes of Berdyansk State Pedagogical University. Series: Pedagogical Sciences. 2023. №No. 3. S. 308–319. URL: https://dspace.bdpu.org.ua/handle/123456789/3984 (accessed: 21.10.26)

ВИКОРИСТАННЯ МНЕМОТЕХНІКИ У ФОРМУВАННІ МОВЛЕННЄВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ДІТЕЙ ДОШКІЛЬНОГО ВІКУ ІЗ ЗАГАЛЬНИМ НЕДОРОЗВИНЕННЯМ МОВЛЕННЯ ІІІ РІВНЯ

Самойлова Ірина
к.пед.н., доцент
Казаріна Лілія
здобувач вищої освіти магістерського рівня
Кафедра спеціальної педагогіки і
психології та інклюзивної освіти,
Комунальний заклад «Харківська гуманітарно-
педагогічна академія» Харківської обласної ради, Україна

Актуальність дослідження зумовлена зростанням уваги сучасної освіти до забезпечення повноцінного мовленнєвого розвитку дітей дошкільного віку. Мовлення є важливим засобом спілкування, пізнання навколишнього світу, вираження власних думок і почуттів, а також передумовою успішної соціалізації та подальшого навчання дитини. Саме в дошкільному віці відбувається активне накопичення словникового запасу, засвоєння граматичної будови мовлення, удосконалення звуковимови та формування вмінь будувати зв'язні висловлювання.

Водночас практика дошкільної освіти засвідчує необхідність використання таких методів і прийомів, які не лише забезпечують засвоєння мовленнєвого матеріалу, а й підтримують пізнавальну активність, інтерес та самостійність дітей. У цьому контексті особливої уваги набувають сучасні технології розвитку мовлення, серед яких перспективним засобом є мнемотехніка.

Проблему розвитку мовленнєвої компетентності дошкільників досліджували класики минулого століття: К. Ушинський та М. Корф. На сучасномуетапі А. Богуш, Н. Гавриш, К. Крутій, Т. Піроженко активно обґрунтовують важливість застосування інноваційних методів розвитку мовленнєвої компетентності у дітей старшого дошкільного віку. О. Самсонова,

Л. Соловйова, Г. Чепурний та інші вчені висвітлюють особливості застосування методів і прийомів мнемотехніки та доводять їхню ефективність у розвитку мовлення як дітей молодшого шкільного, так дошкільного віку.

Поняття мнемотехніка (від грецьк. «mnemonikon» – мистецтво запам'ятовування) – система особливих способів, що полегшують запам'ятовування й збільшують обсяг пам'яті. Мнемотехніка базується на використанні природних когнітивних можливостей людського мозку.

Спочатку ця техніка застосовувалася лише для запам'ятовування чисел, а згодом стала інструментом для вивчення великих за обсягом текстів.Попри значний інтерес науковців до цієї проблеми, питання ефективного використання мнемотехніки для формування мовленнєвої компетентності дошкільників залишається дискусійним і потребує подальшого наукового обґрунтування та практичної апробації.

Розвиток мовленнєвої компетентності відіграє значущу роль в аспектах формування особистості, адже забезпечує успішну соціалізацію, ефективну комунікацію та успішну навчальну діяльність. У сучасній психолого-педагогічній та методичній літературі цю проблему досліджують крізь призму різноманітних підходів. Значну увагу приділяють специфіці формування мовленнєвих навичок в умовах сучасної освіти, із застосуванням інноваційних методів, мнемотехніки.

На думку дослідників, мнемотехніку доцільно розглядати як систему взаємопов'язаних методів і прийомів, спрямованих на підвищення ефективності запам'ятовування, збереження та відтворення інформації про об'єкти й явища навколишньої дійсності. Її застосування ґрунтується на встановленні асоціативних зв'язків, систематизації інформації та побудові логічних послідовностей, що створюють додаткові опори для її подальшого відтворення.

У процесі розвитку зв'язного мовлення дітей дошкільного віку мнемотехніка набуває особливого значення, оскільки сприяє поєднанню наочно-образного та словесно-логічного способів опрацювання інформації. Використання мнемотаблиць, мнемосхем, піктограм, символів та інших наочних моделей допомагає дитині структурувати зміст майбутнього висловлювання, встановлювати послідовність його компонентів і поступово переходити від опори на наочність до самостійного мовлення.

1) розвиток зв'язного і діалогічного мовлення;

2) розвиток у дітей уміння розуміти і переказувати знайомі казки за допомогою графічних аналогій та символів, а також запам'ятовувати вірші із використанням мнемотаблиць чи колажів;

3) вивчення правильної звуковимови та знайомство з літерами;

4) розвиток у дітей розумової активності, спостережливості, вміння порівнювати та виокремлювати суттєві ознаки;

5) розвиток психічних процесів: мислення, уваги, уяви, різноманітних видів пам'яті.

У наукових дослідженнях Г. Чепурного, автора проєкту «Освітня мнемотехніка», застосування мнемотехніки має значний потенціал не лише для ефективного запам'ятовування значних обсягів інформації, а й для всебічного розвитку особистості дитини. Основу мнемотехнічного підходу становить встановлення асоціативних зв'язків між об'єктами та явищами, що сприймаються дитиною. З урахуванням особливостей сприймання, опрацювання, збереження та відтворення інформації дослідником розроблено систему різноманітних методів і прийомів мнемотехніки. Їх варіативність створює можливості для врахування індивідуальних особливостей дітей та цілеспрямованого розвитку їхніх мнемічних процесів.

Відповідно, застосування методів і прийомів мнемотехніки в роботі з дітьми дошкільного віку передбачає розв'язання таких основних завдань:

–розвиток пам'яті та процесів запам'ятовування шляхом використання образних, символічних і асоціативних опор;

–формування асоціативного мислення та вміння встановлювати взаємозв'язки між предметами, явищами, їх ознаками та діями;

–розвиток словникового запасу через активізацію й уточнення значень слів, засвоєння нової лексики;

–удосконалення граматичної будови мовлення, зокрема вміння правильно узгоджувати слова та будувати різні типи речень;

–формування навичок послідовного викладу думок, визначення початку, основної частини та завершення висловлювання;

–розвиток монологічного мовлення, зокрема вмінь складати описові, сюжетні та творчі розповіді, переказувати тексти;

–формування вміння планувати мовленнєве висловлювання за допомогою мнемосхем і мнемотаблиць;

–розвиток логічності, послідовності та змістовності мовлення;

–підвищення мовленнєвої активності та комунікативної мотивації дітей через використання наочних ігрових засобів;

–поступове формування самостійності мовленнєвої діяльності шляхом переходу від використання готових наочних опор до самостійного побудування висловлювань.

Отже, мнемотехніку доцільно розглядати як педагогічний засіб цілеспрямованого розвитку мовленнєвої та пізнавальної діяльності дітей дошкільного віку. Її ефективність зумовлена використанням механізмів асоціативного та опосередкованого запам'ятовування, за яких словесна інформація доповнюється образними, символічними й графічними опорами. Така організація матеріалу сприяє його структуруванню, встановленню змістових і логічних зв'язків та полегшує подальше відтворення.

У процесі мовленнєвої діяльності мнемотехнічні засоби виконують функцію зовнішньої опори, яка допомагає дитині утримувати зміст, послідовність і структурні компоненти майбутнього висловлювання. Це створює психолого-педагогічні передумови для переходу від ситуативного та

фрагментарного мовлення до більш розгорнутого, логічно організованого й самостійного висловлювання. Водночас залучення пам'яті, уваги, мислення, уяви та мовленнєвих операцій забезпечує комплексний характер впливу мнемотехніки на розвиток дитини.

Звертаючись до положень Державного стандарту дошкільної освіти (БКДО, 2021), який визначає вимоги до обов'язкових ключових компетентностей та очікуваних результатів освітньої діяльності дитини дошкільного віку, наведемо окремі показники, якими має оволодіти дошкільник відповідно до освітнього напряму «Мовлення дитини» у контексті нашого дослідження, що продемонстровано в таблиці 1.

Таблиця 1 Вплив мнемотехніки на формування показників

Вимоги БКДО	**Емоційно-ціннісне ставлення**	**Сформованість знань**	**Навички**
Вимоги БКДО	– інтерес до мовленнєвої діяльності; – емоційне реагування на зміст; – позитивне ставлення до процесу пізнання; – ініціативність у діалозі; – дотримання мовленнєвого етикету.	– знання лексики різних тематичних груп; – розуміння структури тексту; – ознайомлення з різними видами мовлення; – вживання різних частин мови; – елементарна корекція мовлення.	– ефективне спілкування, чітке мовлення; – орфоепічна правильність; – уміння міркувати; – здатність до словесної творчості.
Вплив мнемотехніки	Мнемотехніка викликає позитивні емоції, створює цікавість і заохочує до запам'ятовування. Візуальна яскравість мнемозасобів занурює в сюжет, викликає емоції. Мнемотехнічні прийоми спонукають дітей обговорювати побачене, брати участь у діалозі.	Активізація словникового запасу, узгодження слів. Мнемотехнічні засоби подають інформацію в структурованому вигляді, що допомагає дітям усвідомити логічну послідовність подій. Візуальна опора допомагає дитині контролювати власне мовлення.	Візуальний образ поєднується з певним словом, що стимулює активне проговорювання. Мнемотехніка сприяє покроковому складанню розповіді. Через мнемотехнічні вправи дитина набуває досвіду словесної творчості.

Отже, мнемотехніка є ефективним інструментом формування мовленнєвої компетентності. Вона сприяє успішному засвоєнню освітніх компетентностей, визначених у Державному стандарті дошкільної освіти. Завдяки мнемотехніці мовленнєве навчання стає цікавішим, доступнішим і результативнішим.

Список використаних джерел

1. Богуш, А., Гавриш, Н. Дошкільна лінгводидактика: Теорія і методика навчання дітей рідної мови в дошкільних навчальних закладах: підручник. Київ: Слово. 2015. 704 с.
2. Бобровська, Х., Самсонова О., Чорна Г. Методи і прийоми мнемотехніки як засіб розвитку мовлення дітей дошкільного віку. Інноваційна педагогіка. 2022. Випуск 53. Том 1. С. 177-182
3. Чепурний, Г. Мнемотехніка: технологія ефективного засвоєння інформації в умовах сучасної освіти: навчально-методичний посібник. Тернопіль : Мандрівець, 2017. 208 с.

DOI 10.70286/EOSS-26.10.2026.013.301-316

BETWEEN RECOGNISABILITY AND CULTURAL EXPLICATION: TRANSLATING ANTHROPONYMS IN BORIS JOHNSON'S THE CHURCHILL FACTOR INTO UKRAINIAN

Bodyk Ostap
Candidate of Philological Sciences, Associate Professor
Matviishyn Mariia
MA student
Department of English Language and Translation
Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University, Ukraine

Abstract. The article examines the translation of anthroponyms in Boris Johnson's biographical and historical narrative The Churchill Factor: How One Man Made History and its Ukrainian translation by Yurii Hiryich. Rather than treating personal names as formally transferable labels, the study approaches them as context-sensitive units whose translation may involve a tension between referential recognisability and the preservation or explication of cultural and historical information. The research material derives from a corpus of 410 proper names identified in the source text and its Ukrainian translation, of which 150 are anthroponyms and constitute the largest onomastic category. The theoretical framework combines approaches from onomastics and translation studies, particularly the distinction between formal transfer and functionally motivated modification of proper names. The analysis identifies several recurrent procedures: phonological adaptation through transcription, the use of established Ukrainian equivalents, grammatical adaptation, expansion of abbreviated forms, semantic translation of meaningful nicknames, and combined solutions involving explicitation. The findings show that transcription predominates where the primary function of the anthroponym

is referential identification, while greater translator intervention occurs when the name contains culture-specific information, appears in an abbreviated or collective form, or carries semantic and pragmatic meaning. Cases such as JFK → Джон Фітцджеральд Кеннеді, The Mitfords → сім'я Мітфордів, and Holy Fox → Святий Лис demonstrate that successful translation may require more than preserving the phonological form of the source name. The article argues that anthroponym translation in biographical discourse is best understood as a continuum between recognisability and cultural explication rather than as a choice among isolated mechanical procedures.

Keywords: anthroponym, proper name, onomastics, biographical discourse, translation strategy, transcription, explicitation, cultural context, The Churchill Factor.

Introduction. Proper names look deceptively easy to translate.

At first sight, a personal name appears to offer the translator a rare moment of relief. Unlike metaphor, humour, historical allusion, or culturally marked phraseology, a name seems to require little interpretation: identify the referent, reproduce the form in accordance with the conventions of the target language, and move on. Yet biographical and historical writing quickly exposes the weakness of this assumption. A personal name may identify an individual, but it may also locate that individual within a political tradition, a family network, a religious narrative, a social hierarchy, or a shared historical memory. Some names are immediately recognizable to target readers; others are not. Some occur in their full form; others appear as initials, titles, collective family designations, or nicknames. Still others acquire semantic relevance precisely because their lexical form is meaningful.

This makes the translation of anthroponyms less automatic than it initially appears.

The problem is particularly visible in historical and biographical discourse. Biography depends on names because its central narrative mechanism is the reconstruction of a life through relations with other people, institutions, places, events, and cultural objects. Personal names therefore do more than populate the text. They structure its historical world. Bialyk and Dobrovolska (2024, pp. 3–12), analysing proper names in biographical narrative, emphasize their contribution to the authentic cultural and historical environment of the text and demonstrate that their translation may require transcription, transliteration, calquing, and mixed procedures. Their findings are especially relevant because they move the discussion away from a purely formal understanding of names and toward their narrative and cultural functions.

A similar problem arises in Boris Johnson's The Churchill Factor: How One Man Made History (2014). The book is centred on Winston Churchill but is by no means limited to one historical personality. Johnson reconstructs Churchill through a dense network of politicians, military figures, writers, relatives, journalists, monarchs, ideological opponents, allies, and predecessors. The result is an unusually rich onomastic space. In the corpus prepared for the present study, Yurii Hiryich identified 410 proper names across the English source text and the Ukrainian translation. Of these, 150 are anthroponyms, making personal names the largest individual onomastic category.

This quantitative predominance is consistent with the genre. A biographical narrative does not present an isolated individual; it constructs a person through

networks of interaction and historical reference. Even individuals who appear only once may contribute to an impression of documentary precision. The master's research on which this article builds shows that Johnson frequently names secondary politicians, secretaries, military officers, intellectuals, authors, and other historical actors rather than referring to them generically. The accumulation of names creates historical density and positions Churchill within a broad political and cultural constellation.

For the translator, however, this density creates a series of decisions. Margaret Thatcher can be rendered as Маргарет Тетчер with relatively little explanatory intervention. JFK, by contrast, may need to become Джон Фітцджеральд Кеннеді if the translator considers the abbreviation less transparent for the intended reader. The Mitfords requires not only phonological transfer but also clarification that the referent is a family. Holy Fox raises yet another problem because the nickname has lexical meaning and participates in a wordplay linked to Lord Halifax.

These examples suggest that translation procedures cannot be explained solely in terms of orthographic or phonetic correspondence.

The central argument of this article is therefore that the translation of anthroponyms in biographical discourse can be productively understood as a movement along a continuum between referential recognisability and cultural explication. At one end, the translator's task is primarily to preserve the identity of the referent through a conventional Ukrainian form. At the other, the name itself does not provide enough information for adequate reception, and some degree of expansion, semantic translation, contextual addition, or explanatory support becomes necessary.

Such an approach avoids two opposite simplifications. The first is the assumption that names are untranslatable labels that only need to be transferred. The second is the assumption that culturally marked names should automatically be "explained" to target readers. In practice, translator intervention is selective and depends on the type, function, familiarity, structure, and contextual significance of the anthroponym.

Aim and research questions. This study examines how anthroponyms are rendered in Yurii Hiryich's Ukrainian translation of Boris Johnson's The Churchill Factor: How One Man Made History, with particular attention to the balance between referential recognisability and cultural explication.

The study addresses three interconnected questions:

1. Which translation procedures are used most consistently for anthroponyms in the Ukrainian version of The Churchill Factor?
2. Under what conditions is the preservation of a recognisable name form sufficient, and when does the translator resort to expansion, semantic translation, or other forms of explicitation?
3. What do these choices reveal about the relationship between historical reference, cultural accessibility, and the presumed knowledge of the target reader?

Taken together, these questions shift the analysis from a simple inventory of translation techniques to the functional reasons behind different degrees of translator intervention.

Proper names between reference and meaning. One of the persistent theoretical difficulties in onomastics concerns the semantic status of proper names. Their most obvious function is referential: a proper name identifies an individual entity rather than a class of entities. Van Langendonck (2007) describes proper names as prototypically referential linguistic units whose primary function differs from that of common nouns, which characterise or predicate.

This identifying function is central to anthroponyms. A personal name allows a discourse participant to distinguish one historical or fictional individual from another. Yet identification does not imply semantic emptiness.

Names exist inside cultures. They develop conventional forms, historical associations, social meanings, evaluative connotations, and intertextual relations. A name such as Julius Caesar activates a different cultural network from a name that is unknown to most readers. A nickname such as Holy Fox goes further: part of its pragmatic value is encoded in ordinary lexical meaning. Similarly, a collective designation such as The Mitfords presupposes knowledge that the form refers not to one individual but to a well-known British aristocratic family.

This is why the translation of proper names has increasingly been treated as a genuine decision-making problem rather than a mechanical operation. Vermes (2003, pp. 89–94) explicitly rejects the idea that translating a proper name is inherently trivial. His relevance-theoretic account distinguishes four principal operations available to the translator: transference, substitution, translation proper, and modification. The value of this model lies not only in its terminology but in its recognition that names may require different kinds of treatment depending on the relationship between their form, referent, contextual function, and target reader.

For the present study, Vermes's distinction is useful as an interpretive framework rather than a rigid taxonomy. The empirical material from The Churchill Factor contains phenomena usually described in Ukrainian translation studies as transcription, transliteration, established equivalents, descriptive translation, adaptation, and combined transformations. These procedures can be related to a broader distinction between low-intervention strategies, where referential continuity is sufficient, and higher-intervention strategies, where some dimension of the source name must be explained or reconstructed.

Newmark (1988) likewise treats proper names as a special translation problem and differentiates between names that are primarily referential and names whose semantic components require translation. This distinction is especially productive for anthroponyms because ordinary personal names usually resist lexical translation, whereas nicknames, titles, sobriquets, and semantically transparent forms may invite it.

The translator therefore faces at least three questions.

First, does the target culture already possess an established form of the name? If so, creating a new transcription may reduce rather than increase accuracy.

Second, is the identity of the referent recoverable from the transferred form alone? An abbreviation familiar to source readers may not be equally transparent to target readers.

Third, does the form of the name itself contribute to meaning? If it does, purely phonetic reproduction may preserve identification while losing part of the pragmatic or cultural effect.

These questions become particularly important in biography, where factual identification cannot be separated completely from historical interpretation.

Anthroponyms in biographical discourse. Biography is inherently referential. Even highly subjective or rhetorically shaped biography asks the reader to connect narrative discourse with actual historical persons and events. Names therefore carry a considerable documentary burden.

In The Churchill Factor, this function is intensified by Johnson's narrative style. Churchill is reconstructed through a large field of named individuals rather than through a narrow sequence of major historical actors alone. The text refers to politicians, aristocrats, soldiers, journalists, writers, family members, cultural figures, and political opponents, including individuals whose appearance in the narrative may be brief.

The quantitative structure of the corpus reflects this tendency.

Table 1 – Distribution of proper names in the analysed corpus

Onomastic category	Number	Share of corpus
Anthroponyms	150	36.6%
Toponyms	124	30.2%
Chrematonyms	63	15.4%
Ergonyms	46	11.2%
Chrononyms	24	5.9%
Theonyms and mythonyms	3	0.7%
Zoonyms	0	0%
Total	**410**	**100%**

The prominence of anthroponyms is unsurprising, but its implications are worth emphasizing. Approximately one third of the analysed onomastic material consists of personal names. These names do not form a homogeneous translation category. The group includes contemporary and historical British politicians, internationally known historical figures, biblical and classical names, abbreviations, titles, nicknames, and family designations.

The category therefore contains different levels of cultural accessibility.

A Ukrainian reader is likely to encounter Julius Caesar or Margaret Thatcher with considerable prior knowledge, although the conventional Ukrainian forms differ in the degree to which they preserve the English spelling. A less familiar historical figure such as F. E. Smith creates a different problem. The translator cannot assume that the initials activate the same cultural reference for the Ukrainian readership. A form such as The Mitfords is more complex still, because the morphology of the English plural surname does not necessarily communicate the collective-family reference transparently in Ukrainian.

The translation of anthroponyms in biography is thus conditioned by a relationship among identity, familiarity, convention, and context.

Material and methods. The primary sources for the study are Boris Johnson's The Churchill Factor: How One Man Made History (2014) and its Ukrainian translation Фактор Черчилля. Як одна людина змінила історію, translated by Yurii Hiryich and published by Vivat.

The broader research corpus contains 410 proper names identified through continuous sampling from the source text and compared with their corresponding forms in the Ukrainian translation. The present article narrows the analysis to the 150 anthroponyms represented in this corpus.

The study combines quantitative and qualitative methods. Quantitative analysis is used to establish the place of anthroponyms within the overall onomastic field of the text. Qualitative comparative analysis is then applied to source-target pairs in order to identify the type of translation solution and its probable functional motivation.

The following analytical parameters were used:

- form of the source anthroponym;
- status of the referent as internationally established or less familiar;
- presence or absence of an established Ukrainian equivalent;
- semantic transparency of the name;
- use of initials, titles, collective morphology, or nickname structures;
- degree of formal preservation;
- presence of lexical or grammatical expansion;
- use of translator's notes where relevant;
- contribution of the chosen form to identification and cultural comprehension.

The procedures observed in the material are classified as:

1) transcription or phonologically oriented transcoding;
2) established Ukrainian equivalent;
3) grammatical adaptation;
4) expansion of abbreviated or initial forms;
5) semantic translation;
6) explicitation;
7) combined translation.

This classification is descriptive rather than prescriptive. In a number of examples, more than one process operates simultaneously, which is itself an important finding.

Results and discussion.

Transcription as the default strategy of recognisability

The most recurrent tendency in the anthroponymic material is the use of phonologically oriented transcription. This is predictable because the primary task of an ordinary personal name is to preserve reference.

Examples include:

Martin Gilbert → Мартін Ґілберт;
Bessie Braddock → Бессі Бреддок;
Nicholas Soames → Ніколас Соумз;
Neville Chamberlain → Невілл Чемберлен;
Arthur Greenwood → Артур Ґрінвуд;

Geoffrey Dawson → Джеффрі Доусон;
John Gielgud → Джон Ґілґуд;
Margaret Thatcher → Марґарет Тетчер;
Tony Blair → Тоні Блер.

Several of these examples are documented directly in the Ukrainian edition (Johnson, 2021, pp. 9–84).

The function of this procedure is not semantic reproduction. The translator does not translate Gilbert, Greenwood, or Thatcher according to their potential lexical associations in English. The names function primarily as referential identifiers, so preserving a recognisable phonological approximation is more important than reproducing etymological meaning.

This corresponds to the low-intervention end of the continuum proposed in this study. The translator makes the source name compatible with Ukrainian phonographic conventions without substantially altering its informational structure.

The choice of **ґ** in such forms as Ґілберт, Ґрінвуд, and Марґарет is also significant. It demonstrates that transcription is not a neutral act of copying. The target form reflects contemporary Ukrainian orthographic and phonetic norms. Even minimal transfer therefore involves linguistic domestication at the level of script and sound.

What is preserved is not the graphic form of the English name but its recognisability as the same referent.

This distinction matters because the language of translation studies sometimes collapses transcription and transliteration into a single idea of “preserving” a name. In practice, an English anthroponym entering Ukrainian Cyrillic necessarily passes through interpretation. The translator chooses how particular sound-letter relationships will be reconstructed in the target language.

Established equivalents and the authority of cultural memory. Phonological transfer is not always the most appropriate solution.

Some historical, biblical, classical, or internationally established names already possess conventional Ukrainian forms. In such cases, a newly generated transcription might actually make identification more difficult.

The analysed translation includes examples such as:
William Blake → Вільям Блейк;
G. B. Shaw → Джордж Бернард Шоу;
Mussolini → Муссоліні;
Paul Reynaud → Поль Рейно;
Julius Caesar → Юлій Цезар;
John the Baptist → Іван Хреститель.

The last two examples are especially revealing.

Julius Caesar is not rendered through a fresh approximation such as **Джуліус Сізар** because Ukrainian historical discourse already possesses the culturally institutionalized form **Юлій Цезар**. Similarly, John the Baptist becomes **Іван Хреститель**, not a phonetic transcription of the English wording.

In Vermes's terms, such cases can be related to substitution: the target language already offers a conventional name referring to the same entity (Vermes, 2003, pp. 93–94).

This is not a loss of fidelity. It is a different kind of fidelity.

If the function of the anthroponym is historical identification, recognisability within the receiving culture may be more important than formal similarity to the source-language surface. A mechanically transcribed John the Baptist would be formally closer to English but culturally less accurate in Ukrainian.

The example therefore complicates simplistic oppositions between foreignisation and domestication. The use of an established Ukrainian form does not necessarily erase the source culture. Instead, it activates the target culture's pre-existing route to the same historical or religious referent.

The translator here is not importing a new name. The translator is reconnecting a shared cultural figure with the conventional Ukrainian label under which that figure is already known.

Grammatical adaptation is not the same as translation strategy. The material also contains forms such as:

Roy Jenkins → Роя Дженкінса;

Max Hastings → Макса Гастінґса;

George Washington → Джорджем Вашингтоном;

Michael Foot → Майкла Фута;

General Kitchener → генералові Кітченеру.

At first glance, such examples might be classified as "adaptation." A more precise description is needed.

The underlying translation procedure remains largely phonological transfer or the use of an established equivalent. The additional morphological changes result from the Ukrainian case system and the syntactic position of the name. In other words, Роя Дженкінса is not a different translation of Roy Jenkins from Рой Дженкінс. It is the grammatically required accusative/genitive form of the same Ukrainian anthroponym.

This distinction is methodologically useful because it prevents the inflation of translation categories. Not every formal difference between source and target text constitutes an independent translation strategy.

What the examples do demonstrate, however, is that a proper name entering Ukrainian becomes integrated into the grammatical system of the receiving language. Referential transfer is therefore never completely external to target-language grammar.

This is another reason why the metaphor of names being "left untranslated" is misleading. Once a name changes script, phonological shape, inflectional behaviour, or syntactic integration, it is already participating in translation.

Expansion of initials: when recognisability becomes insufficient. A more substantial intervention occurs when abbreviated forms are expanded.

The material provides several particularly clear cases:

JFK → Джон Фітцджеральд Кеннеді (Johnson, 2021, p. 26);

F. E. Smith → Фредерік Едвін Сміт (Johnson, 2021, p. 55);

W. P. Ker → Вільям Пейтон Кер (Johnson, 2021, p. 112).

These examples are analytically more interesting than standard transcription because the translator does not merely change the code in which the name is written. The amount of explicit information changes.

The source text assumes that JFK is sufficiently recognizable. The Ukrainian translation does not preserve that assumption mechanically. Instead, the abbreviation is unpacked into **Джон Фітцджеральд Кеннеді**.

This can be interpreted as explicitation.

The intervention reduces the possibility that the reader will fail to identify the referent. It also changes the processing conditions of the text. The English abbreviation is compact and culturally familiar within Anglophone political discourse; the Ukrainian full form provides greater referential security at the cost of that compactness.

The same process occurs with F. E. Smith and W. P. Ker. Initials that may function naturally inside an English historical narrative are replaced with full anthroponymic forms.

The important question is why.

A purely formal account would describe this as “descriptive translation.” Yet nothing is actually being described. The translator supplies a fuller version of the same name. The process is therefore better understood as referential explicitation through anthroponymic expansion.

This distinction is worth preserving because it identifies what the translation is doing pragmatically. The target text reduces the amount of inferential work expected from the reader.

The name becomes longer, but the act of identification becomes easier.

The Mitfords: collective anthroponymy and explicitation. A particularly productive example is:

The Mitfords → сім’я Мітфордів (Johnson, 2021, p. 19).

The English form uses a pluralized surname preceded by the definite article, a conventional pattern for referring to a family collectively. A mechanically close Ukrainian rendering such as Мітфорди is possible, but Hiryich chooses **сім’я Мітфордів**.

This solution combines formal transfer and explicitation.

Mitford is preserved through Ukrainian phonographic adaptation, while the added noun **сім’я** makes the referential structure explicit.

The decision is not trivial. The translation changes an implicit grammatical cue into explicit lexical information.

This illustrates a central argument of the article: translation intervention becomes greater when source-language morphology carries information that may not be equally transparent or equally conventional in the target language.

A note explaining the broader historical and political significance of the Mitford family also supports the translation. The anthroponym therefore becomes a site at which the translator mediates cultural knowledge rather than merely linguistic form.

Bialyk and Dobrovolska (2024, pp. 3–12) make a related observation in their analysis of proper names in biographical narrative: successful reproduction may require lexical transformations that preserve not only literal identification but the cultural environment surrounding a name.

The Mitfords example demonstrates this principle particularly clearly. Referential identification alone would tell the reader who is being named. The added information begins to explain what kind of historical referent the name represents.

That is the movement from recognisability toward cultural explication.

Titles and contextual enrichment. A related mechanism can be observed in:

Admiral Darlan → адмірал французької флотилії Дарлан (Johnson, 2021, p. 26).

The surname itself is transferred phonologically. Yet the title is expanded semantically. The target text does not merely reproduce **адмірал Дарлан** but specifies the military context through **адмірал французької флотилії Дарлан**.

Again, the key process is not substitution of one name for another. It is contextual enrichment.

The translator appears to assume that the historical figure may not be immediately identifiable to the Ukrainian reader. Additional information therefore compensates for an asymmetry in presumed background knowledge.

Such intervention is particularly characteristic of historical-biographical discourse because the source reader and target reader may not share the same historical encyclopedia. A British reader may encounter certain political and military names within a familiar national narrative; a Ukrainian reader may require a minimal contextual anchor.

Translation in this case becomes a form of managing historical accessibility.

The translator does not explain everything. Nor should they. Excessive intervention would transform biography into annotation. What matters is selective clarification at points where identification without context may be unstable.

Nicknames: when the name has lexical meaning. Ordinary surnames are normally resistant to semantic translation because their lexical origin is not part of their immediate textual function. Nicknames operate differently.

The example:

Holy Fox → Святий Лис (Johnson, 2021, p. 22)

requires semantic translation because the form itself carries meaning.

If Holy Fox were simply transcribed, the reader could potentially identify a label but would lose the semantic contrast contained in the expression. By translating both lexical components, Hiryich preserves the nickname's descriptive potential.

The case becomes still more interesting because the expression is associated with Lord Halifax and participates in a wordplay explained through a translator's note (Johnson, 2021, p. 23).

This is precisely the kind of proper name that undermines the assumption that names lack translatable meaning.

Vermes (2003, pp. 89–94) notes that proper names may carry senses beyond pure identification, which is one reason their translation may require genuine interpretive decisions. Nicknames make this especially visible because their semantic motivation often remains synchronically accessible.

The translator must preserve two things at once:

- the identification of the individual;
- the lexical or pragmatic force of the nickname.

A simple transcription would privilege the first and sacrifice the second. A semantic translation preserves the second but may require surrounding context to maintain the first.

The translator therefore works with a double obligation.

The example also illustrates why the notion of "adequacy" should not be reduced to formal closeness. **Святий Лис** is formally further from the English graphic shape than a transcription would be, but functionally it is considerably closer.

Anthroponym translation as a continuum. The evidence makes it possible to model the analysed strategies not as unrelated techniques but as degrees of translator intervention.

Table 2 – Continuum of translator intervention in anthroponym translation

Degree of intervention	Typical procedure	Example	Primary function
Minimal	Transcription	Margaret Thatcher → Маргарет Тетчер	Preserve reference and recognisability
Low	Established equivalent	Julius Caesar → Юлій Цезар	Activate conventional target-culture reference
Low-moderate	Grammatical integration	Roy Jenkins → Роя Дженкінса	Integrate name into Ukrainian syntax
Moderate	Expansion	JFK → Джон Фітцджеральд Кеннеді	Increase referential transparency
Moderate-high	Explicitation	The Mitfords → сім'я Мітфордів	Clarify referential structure
High	Semantic translation	Holy Fox → Святий Лис	Preserve meaningful content
High	Combined translation + contextual addition	Admiral Darlan → адмірал французької флотилії Дарлан	Preserve identity and add historical orientation

This continuum is more explanatory than a flat inventory of procedures because it shows why different strategies are used.

The decisive variable is not simply the formal type of the name. It is the amount of information that would be lost or become inaccessible if the translator did less.

For Margaret Thatcher, transcription is sufficient because the transferred form remains recognizable and the name itself requires no semantic unpacking.

For Julius Caesar, cultural convention makes an established equivalent preferable.

For JFK, abbreviation creates a possible accessibility problem.

For The Mitfords, English morphology encodes a collective reference that the translator chooses to lexicalize.

For Holy Fox, semantic content is inseparable from the nickname's function.

Thus, translator intervention increases as simple referential transfer becomes less capable of preserving the functional value of the source anthroponym.

Recognisability is not the same as formal similarity. One of the broader findings of the analysis is that recognisability and formal similarity should not be conflated.

A name can differ considerably in form from its English source and still be maximally recognizable in Ukrainian. John the Baptist → Іван Хреститель is the clearest example. Conversely, a formally close reproduction may be communicatively weak if the target reader cannot identify the referent.

This distinction matters especially in historical discourse.

The translator's responsibility is not to reproduce letters. It is to maintain a stable historical reference within another linguistic culture.

This explains why translation tradition matters. Established forms are repositories of previous cultural mediation. They link a new translation to encyclopaedias, textbooks, historical scholarship, journalism, religious discourse, and earlier translations.

Ignoring this tradition in the name of formal fidelity may paradoxically produce a less accurate translation.

The same logic applies to internationally recognizable abbreviations. Cultural familiarity is unevenly distributed. JFK may be globally visible, but its degree of automatic recognisability is not identical across readerships. Expanding the abbreviation represents a judgement about the target reader's probable knowledge.

Such judgements are necessarily contextual. They cannot be derived from a universal rule.

Explicitation as reader-oriented mediation. The cases involving JFK, The Mitfords, and Admiral Darlan point toward a reader-oriented tendency in Hiryich's translation.

The translator occasionally adds information that is implicit or culturally presupposed in the source. This does not mean that the translation systematically domesticates the text. Most anthroponyms retain a visibly foreign identity. Rather, explicitation appears selectively when the source form risks under-specifying the referent for the Ukrainian reader.

The resulting translation strategy could be described as controlled cultural mediation.

"Controlled" is crucial. The translator does not replace unfamiliar British figures with familiar Ukrainian analogues, nor does he paraphrase every foreign name. The source culture remains visible. Additional information is introduced mainly where it assists identification or reconstructs a source-text implication that may otherwise disappear.

This approach corresponds well to the needs of biographical discourse. Biography depends on factual credibility, so the translator cannot manipulate names freely. At the same time, factual accuracy is not achieved simply by maintaining formal resemblance. The reader must still be able to situate the referent.

In this respect, proper names occupy an interesting boundary between translation and annotation.

Most names remain inside the translated sentence. Some require added generic markers. Others activate footnotes.

The transition from one solution to another reveals the translator's implicit model of the reader.

Historical biography and asymmetrical cultural knowledge. A further factor influencing anthroponym translation is the asymmetry between source and target cultural knowledge.

Johnson writes primarily from within a British historical and political framework. His narrative presupposes varying degrees of familiarity with political parties, families, institutions, public figures, wartime events, and cultural references associated with Churchill.

A Ukrainian translation necessarily relocates that narrative into a different historical memory.

This does not mean that Ukrainian readers know less in any general sense. The issue is domain-specific cultural salience. Some British referents are internationally conventional; others are embedded more deeply in national history.

Anthroponym translation therefore becomes an index of presumed cultural distance.

Where distance is low, transcription or conventional equivalents are sufficient.

Where distance is moderate, expansion may be useful.

Where the name itself encodes culturally significant meaning, translation and annotation become more likely.

This suggests that the "difficulty" of translating a proper name cannot be measured by its orthographic complexity alone. A six-letter surname may be culturally more difficult than a long multi-component name if its contextual associations are obscure.

Translation difficulty is thus partly encyclopaedic.

What the translator actually preserves. The analysed examples also allow a reconsideration of the frequently used formula "preserving the proper name."

What exactly is being preserved?

Not always the spelling.

Not always the pronunciation.

Not always the morphology.

Not always the brevity of the source form.

The stable element is usually referential continuity: the target reader should identify, as far as possible, the same person or historical entity.

Around that core, however, other dimensions may compete:

- phonological recognisability;
- traditional Ukrainian usage;
- semantic transparency;
- historical contextualization;
- stylistic value;
- economy of expression;
- accessibility to the target reader.

Translation consists in balancing these dimensions.

This explains why no single procedure can dominate every anthroponymic category without loss.

Transcription is highly productive, but it cannot adequately reproduce a semantically meaningful nickname.

Established equivalents improve cultural recognisability but exist only for some figures.

Expansion supports accessibility but reduces formal economy.

Footnotes preserve cultural complexity but interrupt reading.

The translator therefore operates under competing constraints rather than choosing among theoretically equivalent techniques.

Toward a functional model of anthroponym translation in biography. On the basis of the analysis, the translation process can be represented as a sequence of functional decisions.

Stage 1: Identify the referent. The translator determines who the name denotes and whether identification is unambiguous.

Stage 2: Check target-language convention. If an established Ukrainian form exists, it normally has priority over a newly generated transcription.

Stage 3: Determine whether the name is semantically active. Ordinary surnames may function mainly referentially; nicknames, titles, and transparent descriptive forms may carry recoverable lexical meaning.

Stage 4: Estimate cultural accessibility. Initials, collective family forms, national political references, and lesser-known historical figures may require additional support.

Stage 5: Choose the minimum sufficient intervention. The translator should preserve reference without adding explanation that the communicative situation does not require.

This final stage is important because the strongest translation is not always the most explicit one.

The principle that emerges from the corpus can be formulated as follows:

The degree of translator intervention tends to increase when the target reader's ability to reconstruct the referent or the functional meaning of the name decreases.

This is not a mathematical law, but it offers a useful explanatory model.

It shifts the focus from "Which technique was used?" toward "Why was this amount of intervention necessary here?"

Discussion. The findings support several broader observations.

First, the translation of anthroponyms in historical-biographical discourse cannot be reduced to transcription and transliteration. These techniques remain central, particularly for ordinary personal names, but they represent only the lowest level of intervention.

Second, the data confirm Vermes's (2003, pp. 89–108) broader argument that proper-name translation is a genuine interpretive problem. The corpus contains clear instances of transfer-like procedures, substitution through established target-language equivalents, semantic translation, and modification through expansion or addition.

Third, biography intensifies the problem because proper names have both referential and documentary functions. Johnson's dense naming of secondary and episodic individuals contributes to the factual texture of the narrative. The translator must therefore preserve the impression that Churchill exists inside a historically populated world rather than a simplified sequence of major figures.

Fourth, cultural context changes the optimum level of intervention. Recent research on Ukrainian translations of biographical narratives similarly shows that proper names participate in reconstructing the cultural and historical environment of the source and that mixed translation procedures may be necessary when simple transcoding is insufficient (Bialyk & Dobrovolska, 2024, pp. 3–12).

Fifth, the distinction between recognisability and explication provides a productive way to account for apparently heterogeneous procedures. Transcription, conventional equivalents, expansion, semantic translation, and translator's notes are not random alternatives. They respond to different levels of referential and cultural opacity.

The present analysis also suggests that the term adaptation should be used carefully. Morphological inflection required by Ukrainian syntax is not necessarily an independent translation strategy. Likewise, expanding initials is more precisely described as explicitation than as descriptive translation. Greater terminological precision improves the explanatory value of the analysis.

Finally, translation quality cannot be judged solely by formal similarity. In anthroponym translation, a formally distant target form may be functionally more accurate if it activates the correct cultural referent. Іван Хреститель is not "less faithful" than a phonetic rendering of John the Baptist. Its difference is evidence of historical and cultural equivalence.

Conclusions. The analysis of anthroponyms in Boris Johnson's The Churchill Factor: How One Man Made History and Yurii Hiryich's Ukrainian translation demonstrates that personal-name translation in biographical discourse is a context-dependent decision-making process rather than an automatic transfer operation.

Of the 410 proper names identified in the research corpus, 150 are anthroponyms, making them the largest onomastic category. Their translation reveals a clear functional hierarchy of procedures.

Phonologically oriented transcription predominates when the anthroponym primarily serves referential identification and has no established Ukrainian form. Examples such as Martin Gilbert → Мартін Ґілберт and Margaret Thatcher → Маргарет Тетчер show that this procedure successfully preserves recognisability while integrating the name into the Ukrainian graphic and phonological system.

Established equivalents are preferred for historically, culturally, or religiously conventional figures, as illustrated by Julius Caesar → Юлій Цезар and John the Baptist → Іван Хреститель. Such examples demonstrate that cultural recognisability may take precedence over formal similarity.

Greater translator intervention occurs where the source anthroponym presupposes knowledge that may not be equally accessible to the target reader. Expansion of abbreviated forms, as in JFK → Джон Фітцджеральд Кеннеді, reduces referential ambiguity. The rendering The Mitfords → сім'я Мітфордів makes an implicit collective-family reference explicit. Admiral Darlan → адмірал французької флотилії Дарлан adds contextual information, while Holy Fox → Святий Лис requires semantic translation because lexical meaning forms part of the nickname's pragmatic function.

These examples support the central proposition of the study: anthroponym translation in biographical discourse operates on a continuum between recognisability and cultural explication. The closer a name is to being self-sufficient for the target reader, the less translator intervention is required. When identification, semantic motivation, or historical context becomes less transparent, translation tends to move toward expansion, semantic rendering, combined procedures, or explanatory support.

The most effective translation strategy is therefore not maximal formal preservation or maximal explanation. It is the minimum intervention sufficient to preserve both historical reference and communicative accessibility.

Further research could extend this model to the other onomastic categories represented in The Churchill Factor, particularly toponyms, chrematonyms, ergonyms, and chrononyms. A comparative analysis would make it possible to determine whether the recognisability-explication continuum functions similarly across different classes of proper names or whether each category develops its own characteristic translation profile.

References

1. Bialyk, V., & Dobrovolska, A. (2024). Proper names as a constituent of biographical narrative and their translation. Scientific Herald of Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University. Series: Germanic Philology, 850–851, 3–12. https://doi.org/10.31861/gph2024.850-851.3-12
2. Chornous, O. V. (2021). Anthroponyms as basic constituents of the onymic system. Notes on Ukrainian Linguistics, 28, 138–148.
3. Gardiner, A. (1954). The theory of proper names: A controversial essay. Oxford University Press.
4. Johnson, B. (2014). The Churchill factor: How one man made history. Hodder & Stoughton.
5. Johnson, B. (2021). Faktor Cherchyllia. Yak odna liudyna zminyla istoriiu [The Churchill factor: How one man made history] (Y. Hiryich, Trans.). Vivat.
6. Karaban, V. I. (2004). Pereklad anhliiskoi naukovoi i tekhnichnoi literatury: Hramatychni trudnoshchi, leksychni, terminolohichni ta zhanrovo-stylistychni problemy [Translation of English scientific and technical literature: Grammatical difficulties and lexical, terminological, and genre-stylistic problems]. Nova Knyha.
7. Karpenko, O. Yu. (2006). Problematyka kohnityvnoi onomastyky [Problems of cognitive onomastics]. Astroprynt.
8. Kravchenko, L. O. (2014). Ukrainska onomastyka [Ukrainian onomastics]. Znannia.
9. Lungu-Badea, G. (2013). Translation of literary proper names. In O. Felecan & A. Bugheşiu (Eds.), Onomastics in contemporary public space (pp. 443–457). Cambridge Scholars Publishing.
10. Masenko, L. T. (1990). Ukrainski imena ta prizvyshcha [Ukrainian first names and surnames]. Znannia.
11. Newmark, P. (1988). A textbook of translation. Prentice Hall.
12. Van Langendonck, W. (2007). Theory and typology of proper names. De Gruyter Mouton.
13. Vermes, A. P. (2003). Proper names in translation: An explanatory attempt. Across Languages and Cultures, 4(1), 89–108. https://doi.org/10.1556/Acr.4.2003.1.5
14. Vermes, A. P. (2005). Proper names in translation: A relevance-theoretic analysis. Kossuth Egyetemi Kiadó.

MÜASİR PEŞƏ-İXTİSAS TƏHSİLİ MÜƏSSİSƏLƏRİNDƏ ƏMƏLİ FƏALİYYƏTƏ HAZIRLIĞIN PEDAQOJİ MƏSƏLƏLƏRİ

Bayramova Aytac Elşən
Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti
Magistratura və Doktorantura şöbəsi
Təhsil Nəzəriyyəsi və Tarixi

Xülasə

Müasir dövrdə peşə-ixtisas təhsili müəssisələrinin üzərinə düşən vəzifə yalnız nəzəri biliklər verməkdən ibarət deyil, həmçinin nəzəri biliklərlə praktiki bacarıqların vəhdətini yaratmaqdır. Bu səbəbdən də pedaqoji məsələlərə xüsusi diqqət önəm kəsb edir. Kadrların hazırlanmasında yeni kurikulumlardan müasir təlim texnologiyalarından düzgün istifadə edilməsi pedaqoji məsələlərin əsasını təşkil edir. Bu məqalənin yazılmasındakı əsas məqsəd peşə təlimi prosesində tələbələrin əməli fəaliyyətə hazırlığının pedaqoji mexanizmlərini və metodik əsaslarını təhlil etməkdir. Tədqiqatda emalatxana dərslərinin rolunun artırılması və tələbələrdə peşəkar kompetensiyaların formalaşdırılması yolları nəzərdən keçirilir. Aparılan təhlillər göstərir ki, təlim prosesində praktiki tapşırıqların düzgün planlaşdırılması gələcək mütəxəssislərin əməli fəaliyyətə hazırlıq səviyyəsini yüksəldir.

Açar sözlər: peşə-ixtisas təhsili, əməli fəaliyyət, pedaqoji məsələlər, praktiki bacarıqlar, emalatxana dərsləri, peşəkar kompetensiya.

Giriş

Müasir mərhələdə cəmiyyətin sosial-iqtisadi tərəqqisi, istehsalat texnologiyalarının sürətli yenilənməsi və əmək bazarında rəqabətin artması peşə-ixtisas təhsili sisteminin qarşısında yeni və mühüm vəzifələr qoyur. Çağdaş dövrdə peşə-ixtisas təhsili müəssisələrinin əsas prioritet amalı yalnız tələbələrə müəyyən nəzəri biliklər toplusunu mənimsətməkdən ibarət deyildir. Əsas məqsəd qazanılmış nəzəri biliklərin vasitəsilə tələbələrdə praktiki iş mühitində tətbiq oluna bilən praktiki bacarıq və vərdişləri formalaşdırmaq, onları əməli fəaliyyətə sistemli şəkildə hazırlamaqdır [1, s. 12]. "Azərbaycan Respublikasında peşə təhsili və təliminin inkişafına dair Strateji Yol Xəritəsi"ndə də xüsusi olaraq önə çəkilir ki, peşə təhsili müəssisələrinin məzunları əmək bazarının dəyişən tələblərinə sürətli uyğunlaşmalı və öz ixtisasları üzrə əməli tapşırıqları sərbəst icra etmək kompetensiyasına sahib olmalıdırlar [3, s. 18].

Peşə-ixtisas təhsili müəssisələrində tələbələrin əməli fəaliyyətə hazırlanması çoxşaxəli və kompleks pedaqoji prosesdir. Bu proses təlimin məqsədinin, məzmununun, metodlarının və təşkilat formalarının qarşılıqlı inteqrasiyada əlaqələndirilməsini tələb edir. Pedaqoji elmdə sübut olunmuşdur ki, nəzəriyyə ilə təcrübənin əlaqələndirilməsi didaktikanın ən təməl prinsiplərindən biridir [5, s. 145]. Təlim prosesində nəzəri biliklər praktiki tapşırıqlarla möhkəmləndirilmədikdə, gələcək

mütəxəssislərin peşə hazırlığında ciddi boşluqlar yaranır. Bu səbəbdən də əməli fəaliyyətə hazırlığın didaktik imkanlarının, təlimin effektiv mexanizmlərinin və metodik əsaslarının elmi şəkildə təhlil edilməsi son dərəcə əhəmiyyətlidir.

Tədqiqatın prioritet vəzifəsi peşə-ixtisas təhsili müəssisələrində tələbələrin əməli fəaliyyətə hazırlanması sürecində ortaya çıxan pedaqoji məsələləri aşkar etmək, emalatxana və laboratoriya dərslərinin təşkili imkanlarını araşdırmaq və gələcək mütəxəssislərdə peşəkar kompetensiyaların formalaşdırılması yollarını qiymətləndirməkdən ibarətdir.

Peşə-ixtisas təhsili sistemində təlim prosesinin effektivliyi bilavasitə nəzəri biliklərlə praktiki bacarıqların qarşılıqlı inteqrasiyasından asılıdır. Pedaqoji tədqiqatlar göstərir ki, tələbələrin yalnız nəzəri məlumatlarla yüklənməsi onların gələcək peşə fəaliyyətində qarşılaşacaqları real istehsalat tapşırıqlarını həll etməsinə kifayət etmir [5, s. 150]. Əməli fəaliyyətə hazırlıq prosesində tələbə nəzəriyyədə öyrəndiyi qanunauyğunluqları, texnoloji proseslərin ardıcıllığını və təhlükəsizlik qaydalarını tətbiq etmək imkanı qazanır. Bu baxımdan, təlim prosesində nəzəri və praktiki dərslər arasında qırılmaz didaktik əlaqənin yaradılması, mövzuların bir-birini məntiqli şəkildə tamamlaması əsas şərtlərdən biridir [6, s. 84].

Tələbələrin əməli fəaliyyətə hazırlanmasında emalatxana və laboratoriya dərslərinin təşkili xüsusi yer tutur. Müasir peşə təhsili müəssisələrində emalatxana dərsləri tələbələrin ilkin peşəkar vərdişlərə yiyələndiyi, alət və avadanlıqlarla işləmə mexanizmlərini mənimsədiyi əsas mühitdir [8, s. 45]. Bu dərslər zamanı müəllim-pedaqoji heyətin üzərinə düşən ana vəzifə yalnız nümayiş etdirmək deyil, tələbələrin müstəqil, təhlükəsiz və dəqiq icraçılıq qabiliyyətini formalaşdırmaqdır. Modul təlim sisteminin və tətbiqi tapşırıqların dərslərə inteqrasiya olunması tələbələrin fərdi işləmə bacarıqlarını artırır, onları istehsalat təcrübəsinə psixoloji və metodiki cəhətdən hazırlayır [7, s. 32].

Bundan əlavə, müasir əmək bazarının tələblərinə cavab verən kadr hazırlığı təlim prosesində kompetensiya əsaslı yanaşmanın tətbiqini zəruri edir. Əməli fəaliyyətə hazırlıq səviyyəsi yalnız mənimsənilmiş biliklərin həcmi ilə deyil, tələbənin dəyişən iş şəraitində müstəqil qərar qəbul edə bilməsi, rəqəmsal və texnoloji vasitələrdən sərbəst istifadə etmək bacarığı ilə qiymətləndirilir [4, s. 22]. Təlim prosesində müasir texnologiyaların, interaktiv metodların və real iş şəraitini simulyasiya edən praktiki tapşırıqların tətbiqi gələcək mütəxəssislərin rəqabətqabiliyyətliliyini artırır və onların əmək bazarına adaptasiyasını sürətləndirir.

Nəticə və təkliflər

Aparılan tədqiqat və pedaqoji təhlillər göstərir ki, müasir dövrdə peşə-ixtisas təhsili müəssisələrində tələbələrin əməli fəaliyyətə hazırlanması təlim prosesinin keyfiyyətini və məzunların rəqabətqabiliyyətliliyini müəyyən edən təməl amildir. Tədqiqat zamanı əldə olunmuş əsas nəticələri aşağıdakı kimi ümumiləşdirmək olar:

1. Nəzəriyyə və təcrübənin vəhdəti: Tələbələrin əməli fəaliyyətə uğurlu adaptasiyası nəzəri dərslərlə praktiki (emalatxana/laboratoriya) məşğələlərin qarşılıqlı didaktik inteqrasiyası şəraitində mümkündür. Nəzəri biliklər praktiki tapşırıqlarla möhkəmləndirildikdə dayanıqlı peşəkar vərdişlərə çevrilir.

2. Material-texniki bazanın rolu: Peşə təhsili müəssisələrində emalatxana və laboratoriyaların müasir texnologiyalar, alət və avadanlıqlarla təchiz olunması tələbələrin müstəqil və təhlükəsiz işləmə bacarıqlarının formalaşmasında həlledici rol oynayır.

3. Kompetensiya əsaslı yanaşma: Müasir əmək bazarının dəyişən tələblərinə cavab vermək üçün təlim prosesində modul təlim sisteminin və rəqəmsal texnologiyaların tətbiqi genişləndirilməlidir.

Aparılan tədqiqatın nəticələrinə əsasən aşağıdakı pedaqoji təkliflər irəli sürülür:

• Peşə-ixtisas təhsili müəssisələrində emalatxana və laboratoriya dərslərinin payı artırılmalı, tədris proqramları real iş şəraitini simulyasiya edən praktiki tapşırıqlarla zənginləşdirilməlidir;

• Tələbələrin əməli fəaliyyətə hazırlıq səviyyəsini qiymətləndirmək üçün standart imtahanlarla yanaşı, praktiki bacarıqların nümayişinə əsaslanan kompetensiya qiymətləndirmə mexanizmləri tətbiq olunmalıdır;

• Müəllim və mühəndis-pedaqoji heyətin istehsalat müəssisələrində mütəmadi ixtisasartırma və təcrübəkeçmə imkanları genişləndirilməlidir.

Ədəbiyyat siyahısı

1. Azərbaycan Respublikasının “Peşə təhsili haqqında” Qanunu. Bakı şəhəri, 24 aprel 2018-ci il, № 1071-VQ.
2. Azərbaycan Respublikasında təhsilin inkişafı üzrə Dövlət Strategiyası. Azərbaycan Respublikası Prezidentinin 2013-cü il 24 oktyabr tarixli Sərəncamı.
3. Azərbaycan Respublikasında peşə təhsili və təliminin inkişafına dair Strateji Yol Xəritəsi. Azərbaycan Respublikası Prezidentinin 2016-cı il 6 dekabr tarixli Fərmanı.
4. Azərbaycan Respublikasının Təhsil Nazirliyi. Peşə təhsili üzrə dövlət standartları və kurikulumlar. Bakı, 2020.
5. Abbasov A.N., Məmmədli L.A., Əmirəliyeva İ.B. Pedaqogika nəzəriyyəsi və tarixi. Dərslik. Bakı: Mütərcim, 2022, 464 s.
6. Mehrabov Ə.O. Müasir təhsilin konseptual problemləri. Bakı: Mutərcim, 2010, 240 s.
7. Əsgərov R., Qurbanov M. Modul tipli kurikulumlar və peşə-ixtisas təhsili. Bakı: Təhsil, 2019, 180 s.
8. Скакун В.А. Организация и методика профессионального обучения: Учебное пособие. Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2018, 336 с.

PEDAGOGICAL ISSUES OF PREPARATION FOR PRACTICAL ACTIVITY IN MODERN VOCATIONAL EDUCATION INSTITUTIONS

Summary

In the modern era, vocational education institutions are tasked not only with providing theoretical knowledge but also with integrating theoretical knowledge and practical skills. For this reason, special attention to pedagogical issues is of great

importance. The correct use of new curricula and modern training technologies in the training of personnel forms the basis of pedagogical issues. The main purpose of this article is to analyze the pedagogical mechanisms and methodological bases for preparing students for practical activity in the vocational training process. The research examines ways to increase the role of workshop classes and form professional competencies in students. The analysis shows that proper planning of practical tasks in the learning process increases the level of readiness of future specialists for practical activity.

Keywords: vocational education, practical activity, pedagogical issues, practical skills, professional competencies.

AZƏRBAYCANDA ALİ TƏHSİL MÜƏSSİSƏLƏRİNİN KEYFİYYƏTİNİN DƏYƏRLƏNDİRİLMƏSİ İSTİQAMƏTLƏRİ

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universitetinin
Ümumi pedaqogika kafedrasının dosenti,
pedaqogika üzrə fəlsəfə doktoru
Quliyeva Kəmalə Rüstəm

XÜLASƏ

Elmi məqalədə Universitetlərin fəaliyyətinin dövlət standartlarına uyğunluğunu yoxlayan institusional və proqram akkreditasiyası, həmçinin Təhsildə Keyfiyyət Təminatı Agentliyinin (TKTA) bu istiqamətdəki fəaliyyəti elmi cəhətdən qiymətləndirilir. Məqalədə bu agentlik tərəfindən müəyyən olunan qiymətləndirmə meyar və indikatorları şərh olunur.

Tədris proqramlarının müasir əmək bazarının tələblərinə uyğunlaşdırılması, professor-müəllim heyətinin peşəkarlıq səviyyəsi, tədqiqat potensialı və innovativ idarəetmə modellərinin ali təhsil müəssisələrinə tətbiqinin zəruriliyi vurğulanır.

Açar sözlər: keyfiyyət, agentlik, qiymətləndirmə, reytinq, metod, peşəkarlıq

GİRİŞ

Keyfiyyət bir prosesdir və bu baxımdan keyfiyyətin artırılması konsepsiyası keyfiyyətin təminatı və ya keyfiyyətə nəzarətdən daha vacibdir. Keyfiyyətin tərifini verərkən və onu izah edərkən tez-tez standartlar sözü eşidilir. Bu söz əslində ikibaşlıdır, bir tərəfdən, bu söz ilə mükəmməllik, kamillik, əlaçıqlıq nəzərdə tutulur (buna yüksək standartlar da deyilir, dünya standartları, Avropa standartları kimi ifadələr mövcuddur), digər tərəfdən isə adillik (standart qaydalar, yəni minimum standartlar) gözönünə gəlir. Cəmiyyətin və ya konkret qurumun xüsusi gözləntiləri və tələbatları orada hökm sürən dəyərlərlə müəyyən edilir.

Keyfiyyət nəzərdə tutulanla gerçək vəziyyət arasında, tələbatla hal-hazırkı zamana kimi əldə olunmuş nəticə arasında olan yaxınlıqdır. Keyfiyyət içəridən baxışla kənardan, yad gözlə baxışın yaxınlığıdır. H. İsaxanlının sözlərinə görə" Keyfiyyət

davaml inkişafa yönələn sistem və üsulların hökm sürməsidir, zəruri işlərin mümkün qədər vaxtında görülməsidir"(İsaxanlı 2007, s.9)

Keyfiyyət və yeniləşmə, yəni innovasiya bir-biri ilə sıx əlaqədədir, bir-birindən asılıdır. Ən mühüm suallardan biri: keyfiyyəti ölçməyə kimlər məhsuldur? Eyni qurumda, bir təhsil müəssisəsində keyfiyyəti ölçməyə ən azı üç namizəd var-təhsil müəssisəsinin özü, hökumət və keyfiyyət haqqında qərar verməyə səlahiyyəti olan müstəqil qurumlar, məsələn, akkreditasiya agentlikləri, o cümlədən beynəlxalq və regional akkreditasiya qurumları.Təhsil sahəsində keyfiyyət tədris-təlim prosesinin nəticələrinə uyğun əvvəlcədən müəyyən edilmiş normativlərə (standartlara) müvafiq öyrənənlərin səviyyəsini, ümumi halda isə təhsil sisteminin durumunu müəyyənləşdirən əsas xarakteristika kimi qəbul edilir. Təhsilin nəticələri təkcə öyrənənin təhsilin müəyyən pilləsini başa vurduqda yiyələndiyi bilik və bacarıqların səviyyəsi deyil, həm də onların dünyaya, cəmiyyətin inkişafına münasibətlərini göstərən şəxsi keyfiyyətlərdir. Başqa sözlə, öyrənənin şəxsi keyfiyyətini onun müəyyən səviyyədə bilik və bacarıqlar sisteminə malik olmasından başqa, eyni zamanda təbiət, mədəniyyət və sosial həyat elementlərinin mənimsənilmə səviyyəsi kimi də başa düşmək lazımdır.

ƏDƏBİYYAT İCMALI

Ali təhsilin keyfiyyəti təhsil sisteminin əsas xarakteristikası olub, real əldə olunmuş təlim nəticələrinin normativ sənədlərin tələblərinə və gözlənilən nəticələrə hansı səviyyədə uyğunluğunu müəyyənləşdirir. F. Rüstəmov, T. Dadaşovanın qənaətinə görə, "Təhsildə keyfiyyət dedikdə, təhsilin qarşısında duran məqsəd və vəzifələrin hansı səviyyədə həll olunması başa düşülür"(Rüstəmov & Dadaşova, s.327) .

A.Mehrabovun qənaətinə görə isə "keyfiyyət, ümumiyyətlə, istənilən prosesin (obyektin) müəyyənliyini bildirən fəlsəfi kateqoriya olub, onun xassələrinin məcmusunda təzahür edən obyektiv və ümumi (bütöv) xarakteristikasıdır. Başqa sözlə, keyfiyyət istənilən prosesin (və ya obyektin) elə bir müəyyənləşdiricisidir ki, onun sayəsində proses (obyekt) başqa proses kimi yox, məhz tələb olunan proses kimi çıxış edir və digər proseslərdən (obyektlərdən) fərqlənir "(Mehrabov, 2012, s.68–74).

Keyfiyyətin idarəolunması təhsillə bağlı məzunların təlim nəticələrini və sosiallaşmasını, onların cəmiyyətdə təlim prosesinə qoyulan tələblərə cavab vermə səviyyəsinə oriyentasiyasını və fəaliyyət vərdişlərinə yiyələnməsini nəzərə alan və keyfiyyətlə bağlı kompleks məsələlərin həlli səviyyəsini müəyyən edən əsas parametr hesab edilir.

Ali təhsil keyfiyyətinin qiymətləndirilməsi təhsilalanların təlim nailiyyətlərinin, təhsil proqramlarının (kurikulumların) təhsil müəssisələrində tədris-təlim prosesinin dövlət təhsil standartlarının və digər normativ aktların tələblərinə uyğun həyata keçirilməsi nəticəsində qazanılmış nailiyyətlərin səviyyəsini müəyyən etməyə imkan verən proses kimi dəyərləndirilir. Respublika səviyyəsində təhsildə keyfiyyətin qiymətləndirilməsi dövlət və ictimai qurumların nümayəndələrinin iştirakı ilə diaqnostik və summativ qiymətləndirmə prosedurlarının tələblərinə müvafiq həyata keçirilir.

Qeyd etmək lazımdır ki, keyfiyyətin idarəolunma sisteminə idarəetmənin müxtəlif modelləri, qiymətləndirmə analitik və tətbiqi xarakterli məlumat sistemləri daxil edilir. Deməli, ali təhsildə keyfiyyət öyrənənlərə verilən bilik, bacarıq və qazanılmış vərdişlərin müvafiq dövlət standartlarına və cəmiyyətin tələblərinə hansı səviyyədə uyğunluğunu müəyyənləşdirən və inkişafa xidmət edən başlıca kateqoriya kimi dəyərləndirilməlidir.

Araşdırmalar göstərir ki, son illərdə dünyada keyfiyyətin təmin olunması ilə bağlı nəzəri tədqiqatların (araşdırmaların) sayının artmasından başqa, çoxlu sayda tətbiqi xarakterli mürəkkəb məsələlərin həllində də maraqlı nəticələr əldə edilmişdir. Təhsil müəssisələrində son illərdə akkreditasiyanın həyata keçirilməsi, Azərbaycanın Boloniya prosesinə qoşulması və təhsil sistemində keyfiyyətin idarəedilməsinin yeni demokratik modellərinin tətbiqinin genişləndirilməsi təhsilimizin uğuru kimi qiymətləndirilməlidir. 2005-ci ildə Boloniyada müzakirələr əsasında milli təhsil sistemində keyfiyyətin təmin olunması üçün fəaliyyət prosesində aşağıdakı məsələlərin əsas götürülməsi tövsiyə edilmişdir:

– təhsil müəssisələrinin problemlə bağlı öz məsuliyyətlərini qabaqcadan müəyyən etmələri;

– təhsil proqramlarının (kuriklumların) qiymətləndirilməsinə daxili və xarici qiymətləndirmənin daxil eilməsi, öyrənənlərin bu proseslərdə iştirakının və alınmış nəticələrin çap olunmasının təmin edilməsi;

– beynəlxalq tərəfdaşlıq və təhsil sahəsində ümumavropa məkanının yaradılmasında əməkdaşlığın genişləndirilməsi.

Akkreditasiya bu gün təhsildə Keyfiyyət Təminatı Agentliyi tərəfindən 5 ildən bir həyata keçirilir. Akkreditasiya prosesi institusional və proqram olmaqla iki növə ayrılır:1. İnstitusional akkreditasiya.Təhsil müəssisəsinin akkreditasiyası onun fəaliyyətinin qəbul olunmuş dövlət təhsil standartlarına və digər normativ hüquqi aktların tələblərinə uyğunluğunun yoxlanılması məqsədi ilə aparılır. Proses təhsil müəssisəsinin statusunun, hər bir ixtisas (proqram) üzrə təhsilalanların say həddinin müəyyən edilməsi, onun fəaliyyətinin növbəti müddətə uzadılması üçün hüquqi təminat yaradır.

2. Proqram akkreditasiyası.Təhsil müəssisələrinin akkreditasiyasının ikinci növü proqram akkreditasiyasıdır. Proqram akkreditasiyası qüvvədə olan müvafiq təhsil pillələri üzrə təsnifatlara əsasən təşkil olunur. Təhsil müəssisələrində tədris edilən təhsil proqramlarının maddi-texniki və tədris bazasını, təhsilverənlərin keyfiyyət göstəricilərini və təhsilalanların bilik, bacarıq və vərdişlərinin səviyyəsinin əmək bazarının tələblərinə uyğunluğunu və proqramın icrasını qiymətləndirir. Hər bir ixtisas üzrə kadr hazırlığı potensialının və təhsilalanların say həddinin müəyyən olunmasına hüquqi təminat yaradır. Standartlara cavab verməyən universitetlərin fəaliyyəti dayandırılır.

Belə ki, bütövlükdə ali məktəbin və onun ayrı-ayrı təhsil proqramlarının istiqamətlər üzrə göstəriciləri standartın tələblərinin 61-80%-nə uyğun gəldikdə, təhsil müəssisəsinin (və ayrı-ayrı təhsil proqramlarının) fəaliyyəti "dövlət təhsil standartlarının tələblərinə əsas etibarilə uyğundur", 81-100%-nə uyğun gəldikdə

"dövlət təhsil standartlarının tələblərinə uyğundur", 60%-dən (60% də daxil olmaqla) az olduqda "dövlət təhsil standartlarının tələblərinə uyğun deyil".

NƏTİCƏLƏR VƏ MÜZAKİRƏ

Ali təhsil müəssisələrinin dövlət standartlarının tələblərinə uyğunluğunun qiymətləndirilməsi üzrə praktiki işlərin həyata keçirilməsi üçün şöbə ali məktəbin fəaliyyətinin müxtəlif sahələrini əhatə edən xüsusi qiymətləndirmə formalarından istifadə edir.Onlardan bəzilərinə baxaq:

1 saylı forma: təhsil müəssisəsinin mövcud olan əsas sənədləri haqqında məlumat.

2 saylı forma: maddi-texniki baza haqqında məlumat

3 saylı forma: kadrlarla təminat haqqında məlumat:

4 saylı forma: təhsil alan kontingent haqqında məlumat.

5 saylı forma: kontingent haqqında son beş il ərzində mövcud olan məlumat.

6 saylı forma:kontingent və onun maliyyə təminatı haqqında məlumat. Müvafiq kontingentdə bir tələbəyə çəkilən xərclər.

7 saylı forma: son 5 il ərzində ixtisaslar (proqramlar) üzrə edilmiş köçürmələr haqqında məlumat.

8 saylı forma: son 5 il ərzində ixtisaslar üzrə bərpa olunmuş, kursda təkrar saxlanılmış, xaric edilmiş tələbələr haqqında məlumat və s.

Ümumiyyətlə, mövcud olan akkreditasiya öz fəaliyyətində Boloniya prosesinin, ali təhsilin keyfiyyətinə aid olan tələblərini də nəzərə alır. Akkreditasiya qaydalarına, təhsil prosesinin fasiləsiz təkmilləşdirilməsinə yönəlmiş məxsusi tələblər daxil deyil. Ali təhsilin həyata keçirilməsində və keyfiyyətin təmin edilməsində bir-biri ilə sıx əlaqədə olan dörd amil və ya dörd ünsür (insanlar, qaynaqlr və ideyalar) iştirak edir:

1. Öyrənənlər, müəyyən ali təhsil dərəcəsi (bakalavr, magistr, doktor...) almaq istəyənlər, yəni tələbələr.

2. Öyrədənlər, yəni alimlər, müəllimlər, yüksək ixtisaslı mütəxəssislər.

3. Öyrənənlərlə öyrədənlərin fəaliyyət göstərdiyi şərait və mühit, yəni ali məktəbdəki mənəvi mühit, idarəetmə və maddi-texniki qaynaqlar/şərait.

4. Müəllimlərin tələbələrə dərs deyərkən əsaslandığı ideyalar və proqramlar, yəni müasir və dinamik təhsil modeli, proqramlar və tədris planları.

Öyrənənlər və öyrədənlərlə, şərait, idarəetmə və mühitlə yanaşı, nəyin öyrədildiyi (hansı tədris planları, fənn proqramları və hansı dərs kitabları?) həlledici əhəmiyyətə malikdir. Şərait və mühit elə olmalıdır ki, tələbə öyrənmək istəsin və ya öyrənməkdə çətinlik çəkən tələbə öz gücsüzlüyünü, bacarıqsızlığını dərk edib düşünsün, tədbir görsün və ya kənara çəkilməli olsun. Eyni zamanda bəlli şərait və mühit müəllimin öyrətmə gücünə və həvəsinə təsir edə bilir.

Azərbaycan Respublikasının "Təhsil haqqında Qanun"da da göstərilir ki, "Azərbaycan Respublikasında təhsil dünyəvi və fasilsiz xarakter daşımaqla, vətəndaşın, cəmiyyətin və dövlətin maraqlarını əks etdirən strateji əhəmiyyətli prioritet fəaliyyət sahəsidir"(Azərbaycan Respublikasının Təhsil Haqqında Qanunu, 2010, s.15).

Azərbaycan Respublikasında təhsil insan hüquqları haqqında beynəlxalq konvensiyalara və Azərbaycan Respublikasının tərəfdar çıxdığı digər beynəlxalq

müqavilələrə əsaslanır, təhsil sahəsində milli-mənəvi və ümümbəşəri dəyərlərin prioritetliyi əsasında dünya təhsil sisteminə inteqrasiya olunaraq inkişaf edir.

Maddə 9-da göstərilir: ”Təhsilin keyfiyyət səviyyəsi ölkədə qəbul olunan dövlət təhsil standartları əsasında beynəlxalq və ümumavropa təhsil sisteminin prinsiplərinə uyğunlaşdırılaraq təhsil pillələri üzrə müvafiq keyfiyyət göstəriciləri sisteminə (təhsil proqramları, abituriyentlərin hazırlıq səviyyəsi, maddi-texniki baza, infrastruktur, informasiya resurslrı, təhsilverənlərin peşəkarlğı və elmi-pedaqoji səviyyəsi, mütərəqqi tədris texnologiyalar və s.) uyğun olaraq edilir”(Azərbaycan Respublikasının Təhsil Haqqında Qanunu, 20101,s.15).

Hər bir ali məktəb öz fəaliyyətinin spesifik xüsusiyyətlərini peşə-ixtisas hazırlığı istiqamətlərini nəzərə alaraq öz nizamnaməsini hazırlayır. Hər bir ali məktəb öz nizamnaməsini hazırlayır. Hər bir ali məktəb öz nizamnaməsini hazırlayarkən belə keyfiyyət məsələlərini nəzərə alır. Ali məktəbin Nizamnaməsi, Təhsil haqqında Qanun və ali təhsil müəssisəsi haqqında əsasnamə bazasında mütəxəssis hazırlığının spesifik xüsusiyyətləri nəzərə alınmaqla hazırlanır. Ali məktəbin özünənəzarət mexanizmindən başqa xaricdən nəzarət mexanizmləri də mövcuddur. Bunlar aşağıdakılardır:

– ali məktəbdə tədris-metodiki istiqamətli işlərin və təhsil-tərbiyə prosesinin keyfiyyətinə nəzarət Təhsil Nazirliyi tərəfindən həyata keçirilir;

– ali təhsil müəssisəsinin maliyyə-təsərüffat fəaliyyətinə nəzarəti mövcud qanunvericiliyə uyğun olaraq Maliyyə Nazirliyi həyata keçirir;

– ali təhsil müəssisəsi özfəaliyyətinin mühasibat uçotunu reallaşdırır; təsdiq edilmiş formalar üzrə statistik və mühasibat hesabatı aparır; müəyyən olunmuş müddətdə bu hesabatı müvafiq dövlət orqanlarına təqdim edir;

– tələbələrin təhsilinin keyfiyyətinə, doktorantların (dissertantların) hazırlığına, mütəxəssislərin ixtisasının artırılmasına və yenidən hazırlanmasına müəyyən olunmuş qaydada attestasiya yolu ilə həyata keçirilir;

– Nizamnamənin və Azərbaycan Respublikasının digər qanunvericilik aktlarının yerinə yetirilməsinə nəzarət müvafiq icra hakimiyyəti orqanları tərəfindən həyata keçirilir. Təhsil müəssisəsində kadr hazırlığının keyfiyyət səviyyəsi məzunların milli və beynəlxalq əmək bazarında rəqabət qabiliyyəti, ölkənin sosial və iqtisadi inkişafında rolu ilə müəyyən edilir. Təhsilin keyfiyyət səviyyəsi hər bir tarixi mərhələdə ictimai-siyasi, sosial-iqtisadi, elmi və mədəni inkişafla bağlı tələblərdən irəli gəlir və akkreditasiya xidməti tərəfindən müvafiq qaydada qiymətləndirilir.

Monitorinq isə latınca monitor xatırladan, izləyən, müşahidə aparan deməkdir. O. Əfəndi yazır: “Təhsildə monitorinq –didaktik proseslərin arzuolunan nəticələrə, yaxud ilkin mülahizələrə uyğun olub-olmamasının aşkarlanması məqsədilə aparılan müntəzəm nəzarətdir) və qiymətləndirmə (dəyərləndirmə)-pedaqoji prosesin və onun bütün komponentlərinin işi barədə məlumatları əldə etmək və səmərəliliyini müəyyənləşdirmək deməkdir (təlim prosesinin durumu, nəticələrinin göstəriciləri və proqnoz). Monitorinq təkcə qiymətləndirmə ilə bağlı deyil. O, üç əsas sütun-diaqnostika, proqnozlaşdırma və korreksiya üzərində dayanır” (Əfəndi, 2010, s.74).

Pedaqoji prosesin müxtəlif mərhələlərində monitorinqin pedaqoji, sosioloji, psixoloji, iqtisadi və demoqrafik formalarından istifadə olunur.

Diaqnostika-təhsil alanların bilik və bacarıqlarının ənənəvi yoxlanılması və qiymətləndirilməsi anlayışından daha geniş və daha dəyərlidir. Biliklərin sadəcə yoxlanması və qiymətləndirilməsi təhsil prosesinin gedişini aşkarlamağa imkan vermir. Diaqnozlaşdırma isə özündə nəzarət, yoxlama, qiymətləndirmə, statistik məlumatların toplanılması, onların təhlili dinamikası və istiqamətlərinin müəyyənləşdirilməsi, sonrakı inkişafın proqnozlaşdırılması kimi elementləri özündə birləşdirən mürəkkəb sistemdir. Diaqnozlaşdırmanın obyektivliyini təmin etmək üçün aşağıdakı prinsiplərə əməl olunmalıdır: obyektivlik-bu prinsip diaqnostik testlərin (sualların və tapşırıqların), diaqnostik əməliyyatların elmi surətdə əsaslandırılmasını, qiymətin dəqiq və adekvat olmasını tələb edir. Sistemlilik- bu prinsip, bir tərəfdən, diaqnostik nəzarətin-didaktik prosesin biliklərin mənimsənilməsi mərhələsindən başlamış praktik tətbiqinə qədər bütün mərhələllərini əhatə etməsini, digər tərəfdən, öyrənənlərin təhsil müddəti ərzində müntəzəm surətdə diaqnozlaşdırılmasını tələb edir. Sistemlilik prinsipi həmçinin diaqnozlaşdırmaya kompleks yanaşma tərzi tələb edir. Bu, diaqnozlaşdırma zamanı nəzarətin və yoxlamanın forma, metod və vasitələrinin qarşılıqlı əlaqədə və vəhdətdə tətbiq edilərək əsas məqsədə tabe edilməsi deməkdir. Əyanilik- bu prinsip təhsil alanların eyni kriteriyalarla, həm də açıq sınaqdan keçirilməsini tələb edir.

Diaqnozlaşdırma prosesində hər bir təhsil alanın müəyyənləşdirilmiş reytinqi əyani və müqayisəli xarakter daşımalıdır. Bu prinsipə görə, qiymət elan olunmalı və əsaslandırılmalıdır. Bu həm öyrədənin obyektivliyi haqqında mühakimə yürütməyə, həm də öyrənənlərə verilən tələblər etalonunu dərk etməyə imkan verir. Nəzarət- təhsil alanların bilik, bacarıq və vərdişlərini üzə çıxarmaq, ölçmək və qiymətləndirmək deməkdir. Yoxlama- nəzarətin tərkib komponenti olub, bilikləri üzə çıxarmaq və müəyyənləşdirmək deməkdir. Nəzarətin yekunu təhsil alanın qiymətləndirilməsi (proses kimi) və qiymət verilməsi (nəticə kimi) üçün əsasdır. Qiymətləndirmə-öz məqsədindən, prosesdə iştirak edən tərəflərin (təhsil alanların, öyrədənlərin, valideynlərin, yuxarı təhsil qurumlarının və b.) işinin xüsusiyyətlərindən, qiymətləndirilən sahələrdən və onların işinin xarakterindən asılı olaraq mürəkkəb, müxtəlif cəhətli, çoxparametrli prosesdir. Pedaqoji monitorinq və qiymətləndirmənin əsas məqsədi təhsil sistemi fəaliyyətinin mövcud vəziyyətini və onun keyfiyyətcə yüksəlməsinə yönələn əməliyyatlar sistemini müəyyənləşdirməkdir. Təhsil sistemini inkişaf etdirmək və təkmilləşdirmək məqsədilə aşağıdakı əsas sahələrin monitorinqi və qiymətləndirilməsi vacibdir:

– təhsil müəssisəsinin fəaliyyət göstərdiyi sosial-mədəni şərait;
– təhsilin məzmunu;
– təhsilin keyfiyyəti;
– təhsil alanların psixoloji xüsusiyyətləri;
– təhsil alanların peşəyönümünün, ixtisas hazırlığının müəyyənləşdirilməsi;
– təhsil sisteminin səmərəliliyi;
– müəllimin pedaqoji fəaliyyəti və peşəkarlıq səviyyəsi;
– təhsil müəssisəsinin innovasiya fəaliyyəti;
– təhsil müəssisəsi fəaliyyətinin valeoloji (intellektual, psixoloji, fiziki sağlamlıq) aspektləri;

– təhsil müəssisəsi fəaliyyətinin kompleks təhlili.

NƏTİCƏ

Əldə edilmiş pedaqoji faktları obyektiv surətdə təhlil və şərh etmək, ümumiləşdirmək, materialları kəmiyyət baxımından işləmək, müəyyən olunmuş əlamətin (xüsusiyyətin, xassənin) tipik olduğunu sübut etmək məqsədilə statistik (riyazi) metodlardan istifadə olunur. Pedaqoji tədqiqatda istifadəsi faydalı olan riyazi metodlar çoxdur. Lakin pedaqoji problemlərin öyrənilməsində ən çox istifadə edilən kəmiyyət metodları aşağıdakılardır:

– Qeydəalma metodu.
– Ranqlaşdırma metodu
– Reytinq metodu(Rüstəmov & Dadaşova, s.346).

Qeydəalma metodunun mahiyyəti ondan ibarətdir ki, pedaqoji prosesin qiymətləndirilməsi üçün tələb olunan komponentlər əvvəlcədən müəyyən olunur və kəmiyyət göstəricilərinə görə hesaba alınmır. Alınmış məlumatlar təhlil olunur və konkret təkliflər verilir. Ranqlaşdırma (nizamlama) metodunun mahiyyəti tədqiqatlardan alınmış nəticələri sıraya düzmək, ardıcıllıqla göstərməkdən ibarətdir. Ranqlaşdırma-toplanmış faktların müəyyən kriteriyalar, parametrlər əsasında ardıcıl göstərilməsi prosesidir. Bu, öyrənilən və qiymətləndirilən prosesdə əsas komponentlərin vacibliyinə görə artması, yaxud azalmasını aşkarlamağa və əyani şəkildə göstərməyə imkan verir.

Reytinq (qiymətləndirmə) metodunun mahiyyəti pedaqoji prosesin ayrı-ayrı əlamətlərinin rəqəm göstəriciləri ilə əvəz edilməsindən ibarətdir. Öyrənilən əlamətlər rəqəm göstəriciləri ilə ifadə olunduqda müəyyən qanunauyğunluqlar aydın surətdə nəzərə çarpır. Reytinq metodundan daha çox hər hansı bir pedaqoji prosesi, yaxud onun tərkib elementlərini (məsələn, təlimin keyfiyyəti, təhsil müəssisəsinin innovasiya fəaliyyəti və s.) öyrənərkən istifadə olunur. Bu halda hər bir element (komponent, göstərici) qiymətləndirilir və onlardan hər biri üçün orta qiymət çıxarılır. Sonra komponentlər üzrə alınmış orta qiymətlərdən istifadə olunmaqla öyrənilən proses qiymətləndirilir.

Qeydəalma, ranqlaşdırma, reytinq metodlarının pedaqoji proses və hadisələrin, habelə təhsil müəssisəsinin fəaliyyətinin qiymətləndirilməsində istifadəsi zamanı bəzi hallarda problemin həlli onun riyazi qoyuluşundan kənara çıxır. Bu səbəbdən də ekspertlərin xidmətlərindən istifadə olunur və bu metodlar bütövlükdə ekspert qiymətləndirmə metodları adlanır. Həmin metodların nöqsanlı cəhəti məhz qiymətləndirmə prosesində bilavasitə iştirakı ilə əlaqədardır. Nəzarətin proqressiv və perspektiv metodlarından biri bilik, bacarıq və vərdişlərin reytinq sistemi ilə qiymətləndirilməsidir. Reytinq-təlim prosesini təşkil edən və onun effektivliyini təmin edən sistemdir. Reytinq metodu bilik, bacarıq və vərdişlərin testləşdirilməsi metodundan ayrılmazdır. Nəzarətin ənənəvi metodlarından fərqli olaraq testləşdirmə bir sıra üstünlüklərə malikdir. Nəzarətin ənənəvi metodları ilə müqayisədə testləşdirmə daha effektivdir. Testləşdirməni eyni vaxtda böyük tələbə qrupları ilə keçirmək mümkündür. Yekun qiymətlərinin müəyyənləşdirilməsi məqsədilə nəticələrin işlənməsi daha tez başa gəlir, vaxta qənaət olunur. Balların reytinqi nəzarətin aşağıdakı növləri ilə formalaşdırılır:

– Giriş nəzarəti-fənnin tədrisinə başlayarkən tələbələrin müvafiq bilik və bacarıqlarının yoxlanılması;

– Cari nəzarət-tələbələrin bilik və bacarıqlarının müntəzəm və sistemli şəkildə mühazirələrdə, seminarlarda, laborator-praktik məşğələlərdə, situativ proseslərdə izlənməsi;

– Yekun nəzarət-mövzunun, bölmənin öyrənilməsi başa çatdıqdan sonra tələbənin bilik və bacarıqlarının (yoxlama işi, qrafik işlər, test formasında tapşırıqlar və s.) hesaba alınması;

– Ümumiləşdirici nəzarət-bilik, bacarıq və vərdişlərə, qiymətləndirilməsi mümkün olan xüsusi keyfiyyətlərə nəzarət (fənn üzrə zaçot (məqbul) və imtahan testləri);

– Təxirə salınmış nəzarət- müəyyən zaman kəsiyindən sonra (3 aydan 6 aya qədər və daha çox) fənnin, bölmənin, mövzunun mənimsənilməsinə nəzarət.

Reytinq-tələbənin müvəffəqiyyətinin (göstəricilərinin) şkalası olduğundan standart ölçü aləti olmalıdır. Belə bir alət düzgün və yaxşı qurulmuş testdir.

Test sınaqdan keçirilən şəxsin psixoloji və şəxsi keyfiyyətlərini, həmçinin bilik, bacarıq və vərdişlərin səviyyəsini müəyyən etməyə imkan verən tapşırıqlar sistemidir. Test-şəxsiyyətin nəzərdə tutulan keyfiyyət və xüsusiyyətlərinin ölçülməsinin elmi surətdə əsaslandırılmış metodudur. Ölçmənin predmetindən asılı olaraq pedaqoji, psixoloji, sosioloji, sosial-psixoloji, kultroloji və digər testlər mövcuddur.

Ədəbiyyat siyahısı

1. Azərbaycan Respublikasının Təhsil Haqqında Qanunu. (2010). Hüquq ədəbiyyatı.
2. Əfəndi, O. (2010). Ali məktəb pedaqogikası kursu üzrə mühazirələr. Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti.
3. İsaxanlı, H. (2007). Yaxşı nədir, pis nədir? Ali təhsilin inkişaf səviyyəsi, keyfiyyət göstəriciləri və akkreditasiya haqqında. Xəzər Universiteti.
4. Mehrabov, A. O. (2012). Təhsil sistemində keyfiyyət təminatının metodoloji məsələləri. Ali təhsil və cəmiyyət, (1), 68–74.
5. Rüstəmov, F., & Dadaşova, T. (2007). Ali məktəb pedaqogikası. Nurlan.

DIRECTIONS FOR EVALUATING THE QUALITY OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS IN AZERBAIJAN

Associate Professor, Department of General Pedagogy,
Azerbaijan State Pedagogical University
PhD in Pedagogy
Kamala Rustam gizi Guliyeva

ABSTRACT

This scientific article evaluates institutional and programmatic accreditation—processes that verify the alignment of university activities with state standards—as well as the work of the Education Quality Assurance Agency (EQAA) in this area. The

article discusses the assessment criteria and indicators established by the agency. It emphasizes the necessity of aligning curricula with the demands of the modern labor market, enhancing the professional competence of academic staff, and fostering research potential and the implementation of innovative management models within higher education institutions.

Keywords: quality, agency, assessment, ranking, method, professionalism

PROJECT-BASED LEARNING FOR DEVELOPING COMMUNICATIVE COMPETENCE IN HIGHER EDUCATION STUDENTS

Varlakova Antonina
Ph.D., Associate Professor
Bondar Anna
Senior Lecturer
Department of Foreign Languages,
National Transport University, Kyiv, Ukraine

In the context of the ongoing transformation of higher education, the development of communicative competence among future professionals is becoming increasingly important. The ability to interact effectively, justify one's position, engage in professional dialogue, work in a team, and present the results of one's activities constitutes an essential component of higher education students' professional training. Consequently, there is a growing need to employ educational technologies that facilitate active interaction among participants in the educational process. One such technology is the project method, which combines theoretical knowledge with practical activities and creates conditions for developing communication skills.

The aim of the study is to substantiate the pedagogical potential of the project method as a means of developing communicative competence in higher education students and to identify the pedagogical conditions necessary for its effective implementation.

The communicative competence of higher education students involves the ability to use language appropriately in accordance with the purpose and context of communication, express ideas logically, perceive and analyse information, substantiate one's opinions, and establish constructive interaction. Important components of this competence include speech skills, communicative culture, social responsibility, emotional self-regulation, and readiness to cooperate. As N. Kaliuzhka and L. Berezhna point out, project-based learning technologies create opportunities for developing communication skills through teamwork, problem-solving, and reflection, thereby integrating communication into students' professional training [1].

The project method is based on students' individual or collaborative activities aimed at solving a specific problem and producing a practically meaningful outcome. Its distinctive feature is the organisation of learning around a problem-based task that requires information gathering and processing, planning, the distribution of responsibilities, the discussion of ideas, collective decision-making, and the presentation of results. Under these conditions, communication becomes not only a learning outcome but also an essential tool for achieving the intended objectives.

The relevance of project-based learning technologies in higher education is supported by the research of T. Nikolashyna, V. Siladi, and S. Pohorila, which identifies pedagogical conditions for developing students' communicative competence. These conditions include the situational and activity-based organisation of learning, motivational support, facilitative guidance from the teacher, interpersonal interaction, and reflection [2]. The authors emphasise the importance of creating an educational environment in which students can communicate actively, exchange experiences, and work together to solve learning tasks.

Another important aspect is the use of interactive teaching methods in the professional training of future specialists. In her research on the development of communicative competence among prospective lawyers, L. Gorlova highlights the role of the project method, discussions, debates, and role-playing activities in developing speech culture, initiative, and the ability to communicate in professional contexts [3]. This provides grounds for considering project-based activities a versatile pedagogical tool whose potential can be realised across various fields of higher education, taking into account the specific requirements of future professions.

The development of communicative competence through project-based activities occurs at several interrelated levels. At the linguistic and speech level, students develop the ability to formulate ideas, ask questions, justify proposals, and present results. At the social and communicative level, they acquire teamwork skills, active listening, the ability to reconcile different viewpoints, and strategies for resolving conflicts constructively. At the professional and practical level, students gain experience in preparing presentations, conducting surveys, discussing practical problems, and presenting research findings.

The findings of the study by K. Al-Bahadli, L. Al-Obaydi, and M. Pikhart demonstrate the relevance of online project-based learning for developing communication, student engagement, motivation, and academic achievement [4]. The use of digital platforms for collaborative document editing, organising discussions, sharing materials, and presenting project outcomes expands opportunities for educational interaction. At the same time, the effectiveness of such activities depends on a clear distribution of tasks, agreed communication rules, and systematic feedback.

An important factor in the successful implementation of project-based learning is the systematic organisation of project activities. This process can be divided into several interconnected stages: preparatory, planning, implementation, presentation, and reflection. At the preparatory stage, the teacher identifies a problem relevant to students' academic interests and future professional activities. During the planning

stage, students formulate project objectives, determine expected outcomes, distribute responsibilities, and establish communication rules. The implementation stage involves collecting and analysing information, discussing possible solutions, coordinating individual contributions, and making collective decisions. The presentation stage provides students with an opportunity to demonstrate the results of their work, justify their choices, and respond to questions from their peers and the teacher. Finally, the reflection stage enables participants to evaluate their performance, identify communication difficulties, and determine areas for further improvement.

Project-based learning can be implemented in various academic disciplines and professional training contexts. For example, students may develop a research project, prepare a professional presentation, conduct a survey, design an educational resource, or propose a solution to a real-world problem related to their future occupation. Such activities require students to use different forms of communication, including formal discussions, collaborative writing, oral presentations, and professional correspondence. In multidisciplinary projects, students can also learn to communicate with peers who have different academic backgrounds and perspectives. Consequently, project work creates opportunities not only to improve language and communication skills but also to develop critical thinking, creativity, negotiation skills, and professional responsibility.

Despite its considerable educational potential, project-based learning may present certain challenges. Unequal participation among team members, communication barriers, disagreements over decision-making, and difficulties in coordinating individual tasks can negatively affect project outcomes. These challenges can be addressed through clearly defined responsibilities, transparent assessment criteria, regular progress meetings, and structured peer feedback. The teacher should monitor group interaction and provide support when necessary while encouraging students to resolve problems independently. It is also important to assess both the final product and the quality of collaboration throughout the project. This approach helps ensure that communicative competence is developed as an integral part of the learning process rather than being treated as a secondary outcome of project completion.

To ensure the effective implementation of the project method in higher education institutions, several pedagogical conditions should be met. These include identifying a relevant problem connected with students' future professional activities; involving students in planning and role allocation; ensuring the equitable participation of all team members; creating opportunities for discussion and the reasoned exchange of ideas; and organising the presentation of results and reflective assessment. In this process, the teacher acts as a consultant and facilitator who guides students' activities, helps them overcome communication difficulties, and supports their independence.

The development of communicative competence within project-based activities can be assessed according to such criteria as the quality of oral and written communication, the ability to justify one's position, active participation in teamwork, the capacity for constructive dialogue, and the level of reflection. The use of self-

assessment, peer assessment, and teacher assessment makes it possible to evaluate both the final outcomes and the process of communicative interaction comprehensively.

In conclusion, the project method is an effective means of developing communicative competence in higher education students, as it enables them to apply communication skills in situations that resemble those encountered in their future professional activities. Its implementation contributes to the development of speech culture, teamwork, independence, and responsibility. Further research should focus on developing criteria for assessing communicative competence and identifying effective models of project-based learning that take into account the specific characteristics of professional training in different fields.

References

1. Kaliuzhka, N. S., & Berezhna, L. V. (2026). Proiektni tekhnolohii navchannia yak zasib formuvannia komunikatyvnoi kompetentnosti zdobuvachiv vyshchoi osvity [Project-based learning technologies as a means of developing communicative competence in higher education students]. Osvita ta pedahohichna nauka [Education and Pedagogical Science], 1(191), 72–81. http://hdl.handle.net/123456789/13124
2. Nikolashyna, T. I., Siladi, V. V., & Pohorila, S. H. (2025). Formuvannia komunikatyvnoi kompetentnosti zdobuvachiv zakladiv vyshchoi osvity cherez vprovadzhennia proiektnykh tekhnolohii [Developing communicative competence in higher education students through the implementation of project-based learning technologies]. Akademichni vizii [Academic Visions], 43. https://doi.org/10.5281/zenodo.15360991
3. Gorlova, L. (2023). Innovatsiini metody vdoskonalennia komunikatyvnoi kompetentnosti maibutnikh yurystiv v protsesi fakhovoi pidhotovky [Innovative methods for improving the communicative competence of prospective lawyers in professional training]. Pedahohichni nauky [Pedagogical Sciences], 81, 93–95. https://doi.org/10.33989/2524-2474.2023.81.289393
4. Al-Bahadli, K. H., Al-Obaydi, L. H., & Pikhart, M. (2023). The impact of online project-based learning on students' communication, engagement, motivation, and academic achievement. Psycholinguistics, 33(2), 217–237. https://doi.org/10.31470/2309-1797-2023-33-2-217-237.

НЕЙРОМЕРЕЖЕВИЙ МАШИННИЙ ПЕРЕКЛАД ТЕХНІЧНОЇ АНГЛІЙСЬКОЇ В ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЯХ: ТЕРМІНОЛОГІЯ ТА ЗАТРИМКА

Безкоровайний Юрій Миколайович
здобувач вищої освіти бакалаврського рівня
Кафедра інформаційно-комунікаційних
технологій імені О.О. Зеленського
Науковий керівник:
Мірошниченко Ганна Володимирівна
старший викладач
Кафедра іноземних мов
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут», Україна

Анотація. У роботі розглянуто два ключові бар'єри нейромережевого машинного перекладу технічної англійської мови в телекомунікаціях: точність перекладу вузькопрофільної термінології та затримку (latency) під час синхронного перекладу. На прикладі англомовних термінів bandwidth і carrier показано, як помилки в термінології спотворюють технічний зміст. Розглянуто підхід, що передбачає навчання моделі застосовувати задані термінологічні словники, та політику «wait-k» для перекладу з контрольованою затримкою. Обґрунтовано потребу перевірки цих підходів на англо-українських даних.

Ключові слова: нейромережевий машинний переклад, технічна англійська мова, телекомунікації, термінологія, затримка, синхронний переклад.

Введення. Англійська — базова мова технічної документації та комунікації інженерів зв'язку, тому автоматичний переклад давно став рутинним інструментом у роботі фахівців. Більшість сучасних систем побудовано на архітектурі Transformer, яка використовує механізм уваги, добре розпаралелює обчислення й навчається значно швидше за рекурентні та згорткові мережі [1]. Технологія стрімко масштабується: модель NLLB-200 охоплює 200 мов, а якість перекладу оцінюють за спеціальним багатомовним тестовим набором FLORES-200 [2].

Мета та задачі дослідження. Мета роботи — визначити ключові бар'єри автоматичного перекладу в телекомунікаціях (точність вузькопрофільної термінології та затримка під час синхронного перекладу) і сформувати підходи до їх усунення. Задачі: 1) проаналізувати термінологічні колізії в англо-українському перекладі телекомунікаційних текстів; 2) розглянути підхід до контролю термінології під час перекладу; 3) оцінити застосовність політики «wait-k» до синхронного англо-українського перекладу. Базою дослідження стали наукові публікації щодо нейромережевого машинного перекладу [1–4]; термінологічні колізії проаналізовано на прикладі типових англомовних понять телекомунікаційної інженерії та їх українських відповідників.

Результати дослідження і їх обговорення. Універсальні нейромережеві системи добре справляються із загальновживаною лексикою, проте у вузькоспеціальних предметних галузях потрібне точне дотримання термінології, і для цього розробляють окремі методи [3]. Телекомунікації насичені багатозначними термінами. Наприклад, bandwidth залежно від контексту перекладають як «смуга пропускання» (ширина частотного діапазону) або «пропускна здатність» (обсяг даних, що передається за одиницю часу). Слово carrier система може передати як «оператор зв'язку», хоча в радіотехніці та теорії зв'язку в контексті модуляції це «несуча» (несуча частота). Один хибний переклад може спотворити технічний зміст усього тексту.

Як це виправити? Один зі шляхів — навчити модель використовувати терміни із заданого словника (глосарію), що подається разом із вхідним реченням. За даними [3], такий підхід ефективніший за сучасну реалізацію обмеженого декодування (constrained decoding) і працює так само швидко, як переклад без обмежень, тоді як обмежене декодування суттєво збільшує обчислювальні витрати.

Інший серйозний виклик — затримка. Під час живого синхронного перекладу система не може чекати завершення довгого речення. Одним із рішень є політика «wait-k», за якої переклад формується паралельно з мовленням, постійно відставаючи від спікера на k слів [4]. Експерименти для напрямків «китайська ↔ англійська» та «німецька ↔ англійська» показали низьку затримку за прийнятної якості порівняно з перекладом цілого речення [4]. Для української мови ситуація, імовірно, складніша: через вільний порядок слів перенесення «wait-k» на англо-український інженерний переклад потребує окремого тестування.

Висновки. За результатами аналізу публікацій, загальної якості сучасних універсальних систем нейромережевого машинного перекладу недостатньо для професійної телекомунікаційної сфери без контролю термінології та мінімізації затримки. Перспективним напрямом є інтеграція спеціалізованих інженерних словників в алгоритми синхронного перекладу. Наступний етап дослідження — перевірка цих підходів на реальних англо-українських наборах даних технічної документації зв'язку.

Список використаних джерел

1. Vaswani A. Attention is all you need [Електронний ресурс] / A. Vaswani, N. Shazeer, N. Parmar et al. // Advances in Neural Information Processing Systems 30 (NIPS 2017). – 2017. – P. 5998–6008. – Режим доступу: https://arxiv.org/abs/1706.03762 (дата звернення: 19.10.2026).
2. NLLB Team. Scaling neural machine translation to 200 languages / NLLB Team // Nature. – 2024. – Vol. 630 (8018). – P. 841–846. – DOI: https://doi.org/10.1038/s41586-024-07335-x.
3. Dinu G. Training neural machine translation to apply terminology constraints / G. Dinu, P. Mathur, M. Federico, Y. Al-Onaizan // Proceedings of the 57th Annual

Meeting of the Association for Computational Linguistics. – 2019. – P. 3063–3068. – DOI: https://doi.org/10.18653/v1/P19-1294.
4. Ma M. STACL: simultaneous translation with implicit anticipation and controllable latency using prefix-to-prefix framework / M. Ma, L. Huang, H. Xiong et al. // Proceedings of the 57th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics. – 2019. – P. 3025–3036. – DOI: https://doi.org/10.18653/v1/P19-1289.

DOI 10.70286/EOSS-26.10.2026.014.334-336

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ІНТЕГРАЦІЇ STEM-ТЕХНОЛОГІЙ У НАВЧАННЯ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ В ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

Трубіцина Ольга Михайлівна
к. пед. н., доцент
Кафедра германської філології та методики викладання іноземних мов
Степашин Денис Петрович
здобувач вищої освіти магістерського рівня
Південноукраїнський національний педагогічний університет
імені К. Д. Ушинського
м. Одеса, Україна

Вступ. Актуальність дослідження обумовлена тим, що система загальної середньої освіти орієнтується на формування компетентностей, необхідних для успішної діяльності в умовах цифрового суспільства, де одним з напрямів є інтеграція STEM-технологій у навчання англійської мови у 9 класі, коли важливо підтримати мотивацію учнів до вивчення іноземної мови через практичну й інтегровану діяльність.

Значний внесок у дослідження даної теми зробили українські науковці, зокрема: В. Гайда, С. Колонюк, Е. Коляда, С. Шелудченко, Л. Малімон, А. Овчатова та інші.

Метою роботи є теоретичне обґрунтування особливостей інтеграції STEM-технологій у навчання англійської мови в закладах загальної середньої освіти.

Результати досліджень. Науковець В. Я. Гайда визначає STEM-освіту як інтегрований освітній підхід, що поєднує природничі науки, технології, інженерію та математику. У ширшому варіанті використовується поняття STEAM, де до зазначених складників додається мистецтво. Тому STEM/STEAM-освіта, використовуючи навітні технології змінює роль учня і вчителя, де учень стає активним учасником дослідження, проєктування, пошуку рішення, обговорення та презентації результатів, а вчитель виконує функції організатора, консультанта, фасилітатора й наставника [1, с. 81-82].

В таких умовах STEM/STEAM-технології ґрунтуються на поєднанні інтеграції знань, практичної діяльності, проєктного й дослідницького навчання, цифровізації, співпраці, комунікації та компетентнісного оцінювання, які в комплексі формують цілісну модель навчання, у якій учень є активним учасником пізнавальної діяльності.

У навчанні англійської мови, на думку С. Колонюк, STEM/STEAM-підхід дозволяє використовувати англійську мову не лише як предмет вивчення, а як засіб виконання практичних завдань. Учні можуть описувати прості досліди англійською мовою, називати матеріали, кольори, форми, частини об'єктів, пояснювати послідовність дій, працювати з інструкціями, створювати постери, мініпроєкти, презентації, коментувати результати групової роботи [2, с. 32].

Інтегроване навчання англійської мови на засадах STEM передбачає не просте додавання природничо-математичного змісту до уроку іноземної мови, а створення навчальної ситуації, у якій англійська мова стає інструментом виконання практичного завдання. Учні можуть описувати об'єкти, порівнювати величини, читати короткі інструкції, працювати з візуальними матеріалами, пояснювати результати спостереження, створювати постери, презентації, мініпроєкти або брати участь у груповому обговоренні [2, с. 32].

Дослідники Е. Коляда, С. Шелудченко та Л. Малімон встановили, що психологічні передумови інтегрованого навчання англійської мови на засадах STEM включають: потребу учнів у практичній значущості навчання, візуальне та швидке сприймання інформації, розвиток критичного мислення, мотивацію до дослідницької діяльності, потребу в комунікації та співпраці, формування впевненості в навчальній діяльності, розвиток глобальної та соціальної свідомості [3, с. 296–297]. Для уроку англійської мови це означає необхідність переходу від переважно репродуктивних вправ до таких форм роботи, у яких мовлення виникає в реальній або навчально змодельованій ситуації. У такому разі учень не просто вивчає слово чи граматичну структуру, а використовує їх для виконання конкретної дії: опису, пояснення, порівняння, висновку або презентації результату [4, с. 51].

Педагогічні передумови інтегрованого навчання англійської мови на засадах STEM включають: міждисциплінарну інтеграцію, практикоорієнтоване навчання, проєктну діяльність, використання англійської мови як засобу пізнання, використання автентичних і цифрових ресурсів, активні методи навчання, підготовленість учителя до STEM-підходу, компетентнісне оцінювання.

Інтегроване навчання англійської мови на засадах STEM може виконувати компенсаторну й розвивальну функції. Чим дає змогу одночасно працювати над мовними навичками, розумінням тексту, логічним мисленням, умінням працювати з даними та здатністю пояснювати результати. Наприклад, під час теми «Weather» учні можуть не лише вивчати слова sunny, cloudy, rainy, windy, а й вести простий календар погоди англійською мовою, порівнювати температуру, будувати елементарну таблицю й презентувати висновок.

Для учнів 9 класу особливо важливо, щоб STEM-завдання були доступними, чітко структурованими та пов'язаними з наочним результатом. Тому інтегровані завдання мають виконувати не лише навчальну, а й мотиваційну функцію. Вони повинні підтримувати інтерес до англійської мови, зменшувати страх помилки, створювати ситуацію успіху та давати можливість кожному учневі взяти участь у спільній роботі. Важливою умовою ефективності є наявність мовних опор, тому вчитель має пропонувати готові мовленнєві зразки, картки зі словами, фрази для роботи в групі, шаблони опису й прості інструкції. Наприклад: «It is made of…», «It can…», «It lives in…», «We need…», «First, we…», «Then, we…», «Our project is about…», які допомагають учням використовувати англійську мову в практичній діяльності без надмірного мовного навантаження.

Ще однією важливою передумовою є правильна організація групової роботи, адже STEM-завдання часто передбачають спільну діяльність, тому вчитель має продумати склад груп, розподіл ролей, час виконання, правила взаємодії та форму представлення результату. С. Колонюк звертає увагу на те, що успішність хакатону або проєктної STEM-діяльності залежить від чіткості завдання, зрозумілості правил, діалогу між учасниками та можливості кожного учня бути залученим до роботи [2, с. 32–33].

Висновок. Інтеграція STEM-технологій у навчання англійської мови сприяє формуванню в учнів мовленнєвих умінь, критичного мислення, комунікативних навичок, здатності до співпраці та практичного застосування знань. STEM-підхід забезпечує перехід від репродуктивного навчання до діяльнісного, у якому англійська мова виступає засобом виконання практичних завдань і реалізації проєктної діяльності. Ефективність такого навчання залежить від урахування вікових особливостей учнів, використання мовних опор, організації групової роботи та професійної готовності вчителя до впровадження інтегрованих технологій.

Список використаних джерел

1. Гайда В. Я. Ефективні прийоми STEM-навчання. Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. 2024. – Вип. 212. С. 81–85.
2. Колонюк С. Метод хакатонів у навчанні мови. Молодий вчений. 2023. № 1.1 (113.1). С. 31–35.
3. Коляда Е., Шелудченко С., Малімон Л. Теоретичні аспекти STEM-освіти у викладанні англійської мови: сучасний стан та перспективи подальшого впровадження в Україні. Studia Methodologica.–2026.–№ 61. С. 291–300.
4. Овчатова А. П. Проблеми та перспективи впровадження STEM-освіти в Україні. Освітній дискурс : збірник наукових праць.–2021.–Вип. 35(7). –С. 50–60.

DOI 10.70286/EOSS-26.10.2026.015.337-344

RESULTS OF PILOTING RECOMMENDATIONS FOR DEVELOPING TEACHERS' DIGITAL COMPETENCE AND AUTOMATED MONITORING BASED ON THE DTDC MODEL

Aigul Shaikhanova
PhD, Associate Professor
Gulvira Bekeshova
Master of Technical Sciences
Aizhan Tokkulieva
Master of Technical Sciences
L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan
Gulmira Shangytbayeva
PhD, Associate Professor
K. Zhubanov Aktobe Regional University, Aktobe, Kazakhstan

Abstract: The paper reports the results of piloting 14 differentiated recommendations for developing teachers' digital competence based on the DTDC model. The follow-up survey covered 155 teachers in the Republic of Kazakhstan (95 Kazakh-language and 60 Russian-language questionnaires). Awareness, trial and sustained-use coefficients, an individual implementation coefficient, the composite index I_{DTDC} and the implementation-depth coefficient K_i were calculated. Practical application was recorded in 90.9% of teacher–recommendation pairs and regular use in 30.8%; the mean I_{DTDC} was 0.753. AR/VR and artificial intelligence remained the least adopted practices. A five-layer architecture of an automated monitoring platform is proposed to turn the one-off manual assessment into continuous tracking.

Keywords: digital competence, DTDC model, piloting of recommendations, implementation coefficient, sustainability of practice, artificial intelligence, AR/VR, monitoring platform.

Introduction

At the previous stage of the project, an information-analytical methodology was developed for evaluating the effectiveness of digital tool use in teachers' professional practice based on the DTDC model [1, 2]. Its empirical basis was a study of the digital practices of 916 teachers. The awareness, trial and sustained-use coefficients and K_i then had a methodological status only: their calculation was postponed until the implementation period of the recommendations had ended.

Most instruments for assessing teachers' digital competence, including those derived from the DigCompEdu framework, are based on self-assessment [7, 9]. Such data cannot distinguish a teacher's stated familiarity with a recommendation from its sustained use. Generative artificial intelligence and immersive technologies place additional demands on

teachers: UNESCO calls for building teachers' capacity for a human-centred use of generative AI [6], teachers' trust in AI is associated with their digital competence [5], and the didactic use of AR experiments is rated lower than their technical implementation [3].

Aims and Objectives

The aim of the study is to evaluate empirically the implementation of the DTDC-based recommendations after the piloting period and to substantiate the architecture of a platform that automates the monitoring of their implementation. The objectives were: (1) to calculate the awareness, trial and sustained-use coefficients, the individual implementation coefficient K_{impl}, the composite index I_{DTDC} and the implementation-depth coefficient K_i from the follow-up survey data; (2) to identify the factors and difficulties of implementation; (3) to design the architecture of an automated monitoring platform that separates self-reported from verified implementation.

Materials and Methods

The follow-up survey was conducted from 26 September to 18 October 2026 in Kazakh and Russian using a single instrument. A total of 155 questionnaires were received (95 and 60, respectively); all respondents confirmed their consent to participate. The sample comprised teachers of general secondary schools (74.2%), colleges (10.3%), universities (6.5%) and supplementary education organisations (6.5%); 75.5% worked in urban and 24.5% in rural areas. The piloting period lasted 3–6 weeks for 58.7% of participants and 1-2 weeks for 30.3%.

The questionnaire covered working conditions (technical equipment, internet access), familiarisation with the recommendations, the degree of application of each of the 14 recommendations, self-assessment on 20 statements of the DTDC model (five for each of the A, P, IV and DI levels), assessment of 14 observed changes in practice, an overall evaluation of the recommendations, and factors and difficulties of implementation.

The degree to which teacher i applied recommendation j was recorded on a five-point scale and converted into implementation states S1-S4: "familiarised but not applied" and "planned to apply" - S1 ($r_{ij} = 1$); "applied once" - S2 ($r_{ij} = 2$); "applied several times" - S3 ($r_{ij} = 3$); "use regularly" - S4 ($r_{ij} = 4$). The individual implementation coefficient was calculated as

$$K_{impl,i} = \frac{\sum_{j=1}^{m} r_{ij}}{4m} \quad (1)$$

where m = 14 is the number of recommendations; 4 is the maximum scale value; $K_{impl,i} \in [0; 1]$.

The group-level awareness, trial and sustained-use coefficients were defined as

$$K_{aware} = \frac{N_{aware}}{N_{total}} \times 100\% \quad (2)$$

$$K_{trial} = \frac{P_{S2-S4}}{P} \times 100\%, \quad K_{sust} = \frac{P_{S4}}{P_{S2-S4}} \times 100\% \quad (3)$$

where N_{aware} is the number of teachers who familiarised themselves with the recommendations; N_{total} is the number of participants; P = 2,170 is the number of teacher–recommendation pairs; $P_{S2–S4}$ is the number of pairs with practical application; and P_{S4} is the number of pairs with regular use.

Responses to the DTDC statements were normalised, the sub-indices were computed as the means of the normalised items of each level, and the composite index was obtained as their mean [10]:

$$z = \frac{x-1}{4}, \quad I_{DTDC} = \frac{I_A + I_P + I_{IV} + I_{DI}}{4} \tag{4}$$

The implementation-depth coefficient combines five components: use of artificial intelligence (I_1), creation of one's own interactive resource (I_2), use of AR/VR (I_3), personalisation of learning based on assessment data (I_4) and experience sharing in a professional community (I_5):

$$K_i = \frac{I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5}{5} \tag{5}$$

Associations were assessed with Spearman's rank correlation coefficient, and group differences with the Mann-Whitney, Wilcoxon and Friedman tests.

Results and Discussion

The recommendations reached almost all participants and were applied, yet only one third of the applications became regular practice.

Awareness and trial. In total, 150 of 155 teachers familiarised themselves with the recommendations (K_{aware} = 96.8%), and 87.1% studied all or most of them. Clarity of the recommendations was rated 4.37 out of 5 and relevance to professional needs 4.34. Each teacher applied between 10 and 14 recommendations at least once (12.7 on average); 87.7% used them in six or more lessons, and 82.6% created or substantially adapted at least two digital materials. At the level of teacher–recommendation pairs, K_{trial} = 90.9% (1,972 of 2,170), the share of regular use was 30.8%, and K_{sust} = 33.9% (669 of 1,972) (Figure 1).

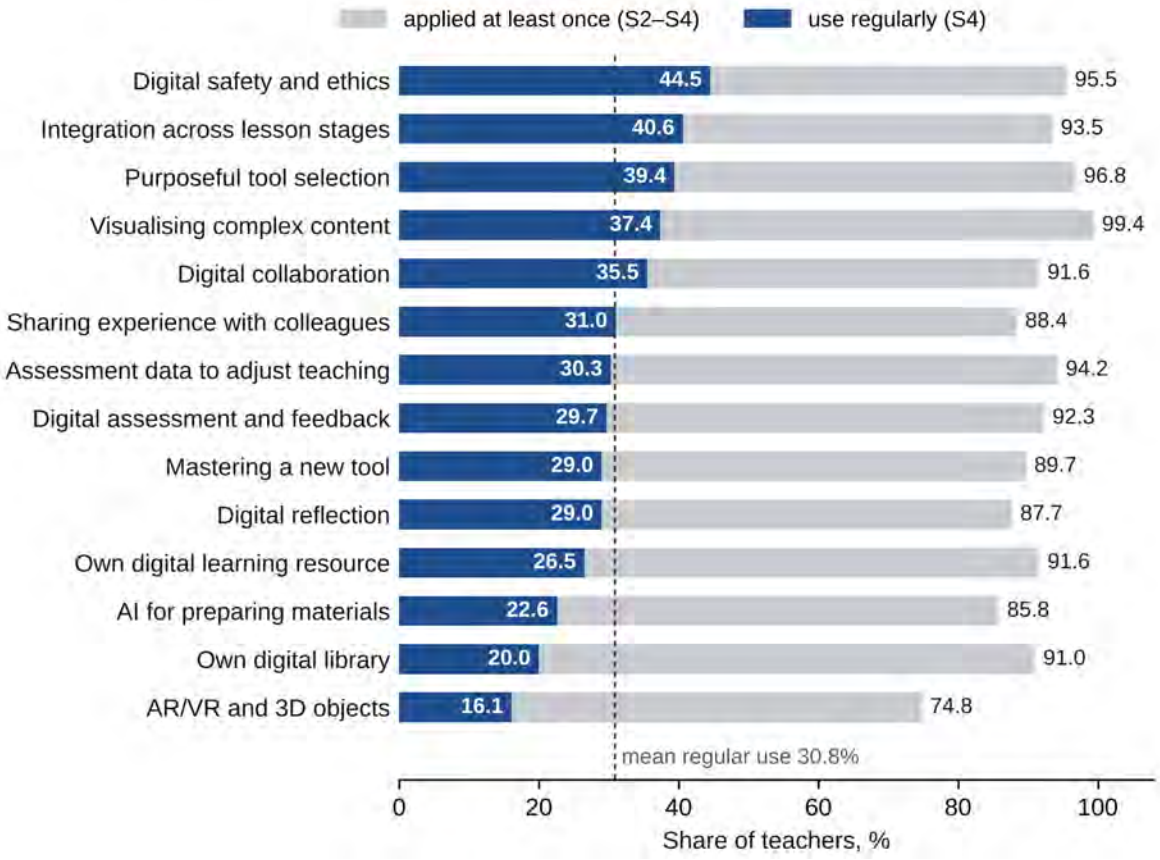


Figure 1. Application of the 14 recommendations during the piloting period (n = 155)

The gap between one-off and regular use is largest for AR/VR, artificial intelligence and building one's own digital library; AR/VR is the only recommendation applied at least once by fewer than 80% of participants.

Individual implementation coefficient. The mean K_{impl} was 0.729 (SD = 0.070). On the quartile scale (low, below 0.25; partial, 0.25–0.50; sufficient, 0.50–0.75; high, 0.75 and above), 44.5% of teachers were at the high level of implementation, 54.8% at the sufficient level, and one participant at the partial level. The narrow spread indicates that teachers differ not in whether they applied the recommendations, but in the share of recommendations brought to regular use.

Digital competence index. The sub-indices decline consistently from awareness to design (Table 1); the differences are significant (Friedman test, $\chi^2 = 33.1$, $p < 0.001$; Wilcoxon test for I_A versus I_{DI}, $p < 0.001$).

Table 1. Digital competence indices based on the DTDC model (n = 155)

DTDC level	Mean	SD
Awareness, I_A	0.787	0.108
Application, I_P	0.759	0.114
Integration & Visualization, I_{IV}	0.741	0.117
Design & Innovation, I_{DI}	0.726	0.113
Composite index I_{DTDC}	**0.753**	**0.085**

A high level ($I_{DTDC} \geq 0.75$) was found in 63.9% of teachers and a sufficient level in 36.1%. I_{DTDC} correlates moderately with K_{impl} ($\rho = 0.52$, $p < 0.001$) and with the rating of changes in practice ($\rho = 0.38$, $p < 0.001$): self-assessed competence is only partly confirmed by behavioural data.

Implementation depth. The components of K_i were: personalisation based on assessment data, $I_4 = 0.748$; experience sharing, $I_5 = 0.719$; own interactive resource, $I_2 = 0.713$; artificial intelligence, $I_1 = 0.663$; and AR/VR, $I_3 = 0.565$. The resulting $K_i = 0.682$ is lower than I_{DTDC}: the most complex solutions are mastered less well than self-assessment suggests.

Observed changes and evaluation of the recommendations. The mean rating of the 14 changes in practice was 3.88 out of 5, with ratings of 4–5 accounting for 69.7%. The largest gains were in the justification of tool choice (4.01), readiness to master more complex technologies (3.99) and attention to digital safety (3.99); the smallest were in the range of tools used and the overall quality of the educational process (3.77 each). The usefulness of the recommendations was rated 4.44, ease of application 4.36, and their influence on readiness for further digital development 4.57. Overall, 80.6% of participants rated the effectiveness of the recommendations as high or very high, 61.9% plan to continue regular use, and 95.5% would recommend them to colleagues.

Implementation conditions. Application was most often supported by help from colleagues (43.9%), the opportunity to apply a recommendation in class immediately (38.7%) and availability of equipment (37.4%). The main difficulties were lack of time

(18.7%), complexity of individual tools (14.8%), lack of equipment (13.5%) and unstable internet (11.0%); 18.7% reported no difficulties. The most requested types of support were step-by-step instructions (22.6%), individual consultations (21.9%) and free access to digital services (19.4%).

Group differences. I_{DTDC} was higher among teachers in urban organisations (0.761 vs. 0.728, $p = 0.026$) and among those who completed the Kazakh-language form (0.800 vs. 0.679, $p < 0.001$). No association with teaching experience was found ($\rho = 0.08$, $p = 0.32$), and K_{impl} was not associated with the rating of technical equipment ($\rho = 0.10$, $p = 0.20$). Under the alerting rule, 14.8% of teachers had three or more recommendations in state S1 and form a priority group for targeted methodological support.

Discussion of the results

The main result of the piloting is the gap between reach and sustainability: K_{aware} and K_{trial} exceed 90%, whereas K_{sust} is 33.9%. The recommendations are therefore clear and applicable, but within 3–6 weeks most practices remain at the stage of one-off or repeated but irregular use. A single averaged “implementation level” would conceal this difference, so the three coefficients should be tracked separately.

The consistent decline of the sub-indices from A to DI and the lowest values of I_1 and I_3 are consistent with the findings of the baseline study [10] and with evidence that effective use of artificial intelligence and augmented reality depends on teachers’ digital and didactic competence [3]. The absence of an association between K_{impl} and the rating of equipment, together with the leading role of help from colleagues, indicates that at this stage the limiting factor is not infrastructure but time and methodological support.

Limitations. The data remain self-reported; the internal consistency of individual DTDC subscales is low (Cronbach’s $\alpha = 0.32–0.38$, compared with $\alpha = 0.72$ for the 20-item scale), so the sub-indices should be interpreted with caution, and the equal weighting of the components of I_{DTDC} should be tested by confirmatory factor analysis. Differences between the language groups may reflect sample composition rather than the language of the questionnaire. Respondents did not provide links to the digital materials they created, so the artefacts were not verified. These limitations define the requirements for the monitoring platform described below.

Architecture of the automated monitoring platform

To overcome these limitations, the methodology has been implemented as a research artefact within the design science paradigm [4, 8]: the platform combines survey data with data from national educational platforms and thus distinguishes a teacher’s stated application of a recommendation from application confirmed by a digital artefact (Figure 2).

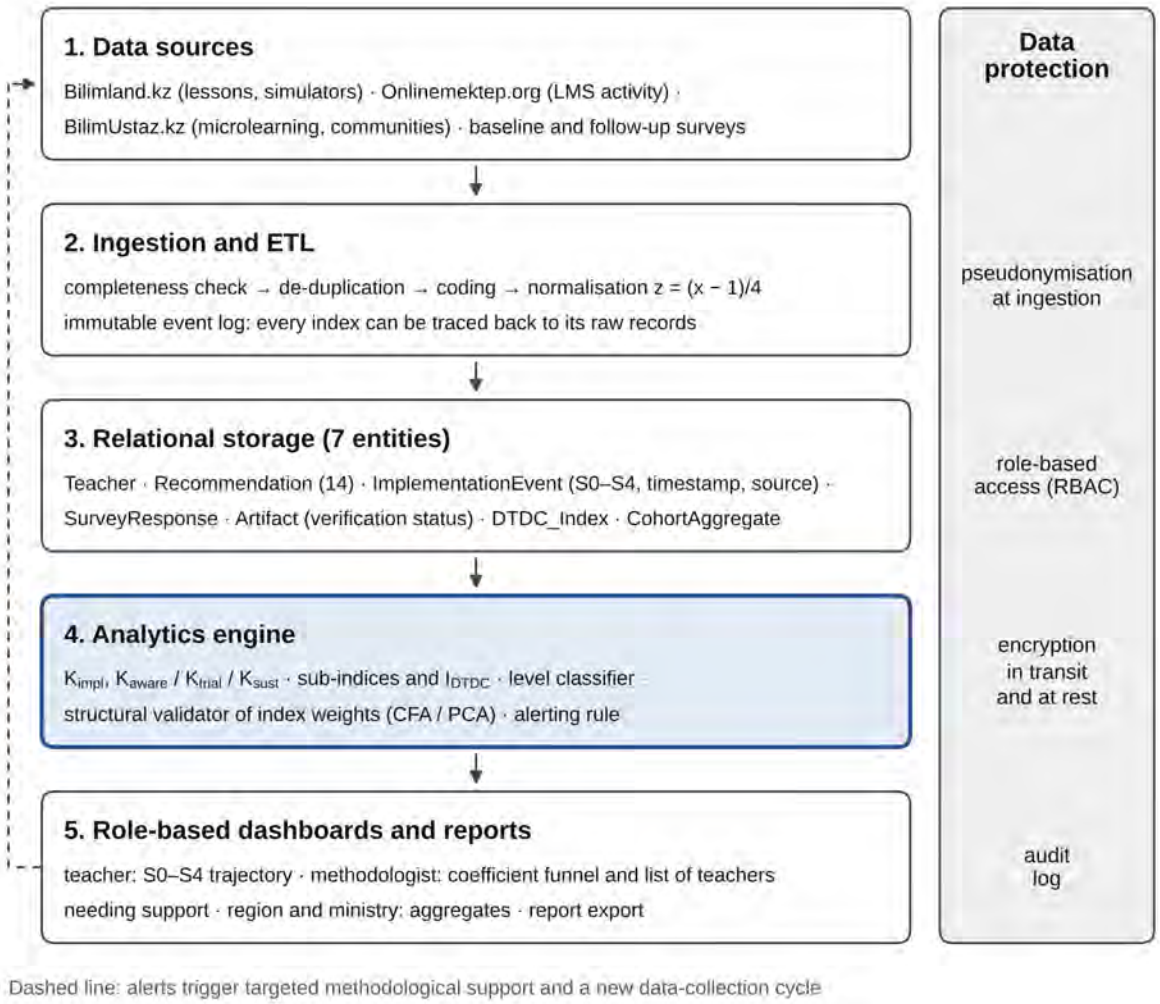


Figure 2. Architecture of the automated DTDC monitoring platform

The platform does not replace the national digital education ecosystem (Bilimland.kz, Onlinemektep.org, BilimUstaz.kz) but is built on top of it through data exports and application programming interfaces; where API access is unavailable, the indicators are flagged as self-reported. The central data entity is the implementation event: every transition between states S0–S4 is stored with a timestamp and its source, which enables longitudinal tracking rather than a single before–after comparison. Each DTDC index record carries the share of verified evidence (verification ratio), and calculations under the DTDC model [1] remain transparent: formulas and thresholds are versioned.

On the methodologist's dashboard, K_{aware}, K_{trial} and K_{sust} are displayed as a funnel, which makes it possible to distinguish a reach problem from a support problem. A teacher is flagged for targeted support if a recommendation remains in state S1 for longer than four weeks or if K_{impl} does not increase between measurement waves; a school is flagged if K_{aware} falls below 50%. The piloting data show that it is precisely the second stage of the funnel, the transition to state S4, that requires such monitoring. The usability of the role-based dashboards is to be assessed with the System Usability Scale [2].

Conclusions

The piloting confirmed the practical applicability of the recommendations developed on the basis of the DTDC model: K_{aware} = 96.8%, K_{trial} = 90.9%, I_{DTDC} = 0.753, and the usefulness of the recommendations was rated 4.44 out of 5. At the same time, K_{sust} = 33.9% and K_i = 0.682 show that the transition to regular use and the mastery of artificial intelligence and AR/VR remain the main reserve for development. The proposed coefficients have been implemented empirically, and the architecture of the monitoring platform turns the methodology into continuous tracking with verification of digital artefacts. Further work includes a repeated measurement after a longer period, factor validation of the index and pilot deployment of the platform.

Funding

This research was funded by the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (Grant No. AP23489228).

References

1. Aimicheva, G., Shaikhanova, A., Iklassova, K., Tazabekova, P., Nazyrova, A., & Kadyr, Y. (2025). Fostering teachers' digital competence in AI-supported learning environments: Implications for interactive teaching and student achievement. Applied Sciences, 15(23), Article 12597. https://doi.org/10.3390/app152312597
2. Brooke, J. (1996). SUS: A "quick and dirty" usability scale. In P. W. Jordan, B. Thomas, B. A. Weerdmeester, & I. L. McClelland (Eds.), Usability evaluation in industry (pp. 189–194). Taylor & Francis. https://doi.org/10.1201/9781498710411-35
3. Freese, M., Teichrew, A., Winkelmann, J., Erb, R., Ullrich, M., & Tremmel, M. (2023). Measuring teachers' competencies for a purposeful use of augmented reality experiments in physics lessons. Frontiers in Education, 8, Article 1180266. https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1180266
4. Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., & Ram, S. (2004). Design science in information systems research. MIS Quarterly, 28(1), 75–105. https://doi.org/10.2307/25148625
5. Lucas, M., Zhang, Y., Bem-haja, P., & Vicente, P. N. (2024). The interplay between teachers' trust in artificial intelligence and digital competence. Education and Information Technologies, 29, 22991–23010. https://doi.org/10.1007/s10639-024-12772-2
6. Miao, F., & Holmes, W. (2023). Guidance for generative AI in education and research. UNESCO. https://doi.org/10.54675/EWZM9535
7. Navío-Inglés, M., Tirado-Olivares, S., del Olmo-Muñoz, J., & Cózar-Gutiérrez, R. (2026). The digital competence landscape of teachers: A large-scale analysis on self-perceived competence and gender differences. Technology, Knowledge and Learning, 31(4), 2085–2108. https://doi.org/10.1007/s10758-025-09928-5
8. Peffers, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M. A., & Chatterjee, S. (2007). A design science research methodology for information systems research. Journal of Management Information Systems, 24(3), 45–77. https://doi.org/10.2753/MIS0742-1222240302

9. Redecker, C. (2017). European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu (Y. Punie, Ed.). Publications Office of the European Union. https://doi.org/10.2760/159770
10. Shaikhanova, A. K., Bekeshova, G. B., Tokkulieva, A. K., & Shangybayeva, G. A. (2026). Otsenka effektivnosti ispol'zovaniya tsifrovykh instrumentov v professional'noi deyatel'nosti pedagogov na osnove modeli DTDC [Evaluating the effectiveness of digital tool use in teachers' professional practice based on the DTDC model]. In I. I. Ivanovskaya & L. A. Kuzmina (Eds.), Razvitie sovremennoi nauki: Opyt, problemy, prognozy [Development of modern science: Experience, problems, forecasts] (pp. 67–73). MTsNP "Novaya Nauka". https://doi.org/10.46916/07092026-4-978-5-00276-161-6

DOI 10.70286/EOSS-26.10.2026.016.344-348

ФОРМУВАННЯ НАВИЧОК БЕЗПЕЧНОЇ ВЗАЄМОДІЇ МОЛОДШИХ ШКОЛЯРІВ ЗІ СМАРТПРИСТРОЯМИ ЯК ВИКЛИК ЦИФРОВОЇ ГУМАНІСТИЧНОЇ ПЕДАГОГІКИ

Кучеренко Ірина
здобувачка першого рівня вищої освіти
спеціальності А3 «Початкова освіта»
Науковий керівник:
Себало Людмила Ігорівна
кандидат педагогічних наук, доцент
Український державний університет
імені Михайла Драгоманова
м. Київ, Україна

Анотація. У матеріалі обґрунтовано актуальність формування навичок безпечної взаємодії молодших школярів зі смартпристроями в умовах сучасного цифрового простору. Визначено роль цифрової гуманістичної педагогіки у забезпеченні гармонійного розвитку особистості та захисту дітей від інформаційних ризиків. Охарактеризовано базові педагогічні умови та принципи безпечного використання цифрових технологій у початковій школі та сім'ї.

Ключові слова: смартпристрої, молодші школярі, безпечна взаємодія, цифрова гуманістична педагогіка, цифрова компетентність, медіаграмотність, цифрова компетентність.

Вступ. Інтенсивна цифровізація сучасного освітнього та соціокультурного середовища суттєво трансформує процес становлення особистості з ранніх років. Сучасні діти взаємодіють зі смартфонами, планшетами та іншими гаджетами задовго до початку навчання у школі, що створює як нові можливості для їхнього

розвитку й навчання, так і серйозні ризики, пов'язані з кібербулінгом, інформаційним перевантаженням, інтернет-залежністю та цифровою ізоляцією. У цьому контексті особливої актуальності набувають наукові дослідження на стику педагогіки та новітніх технологій, спрямовані на захист дітей та підготовку їх до безпечного життя у цифровому суспільстві. Сучасний освітній простір суттєво відрізняється від освітнього середовища минулих років через масову доступність гаджетів та розвиток цифрових сервісів, що змінює характер комунікації між людьми різного віку. Оскільки дитина опановує світ не лише в закладі освіти чи родині, а й опосередковано через віртуальне середовище, виникає об’єктивна потреба у трансформації методичних підходів на рівні як школи, так і сім’ї як первинного інституту виховання.

Основна частина. Процес формування навичок безпечної взаємодії молодших школярів зі смартпристроями доцільно розглядати як цілісну систему, що поєднує когнітивний, практичний і мотиваційно-поведінковий компоненти. Основними напрямами цієї роботи є забезпечення інформаційної безпеки, розвиток культури онлайн-спілкування, дотримання здоров’язбережувальних норм і формування навичок саморегуляції цифрової активності.

Перший напрям спрямований на засвоєння учнями основних правил захисту персональних даних і розпізнавання потенційних цифрових загроз. У початковій школі важливо сформувати розуміння того, що не можна повідомляти незнайомим особам домашню адресу, номер телефону, паролі та інші конфіденційні відомості, надсилати особисті фотографії на вимогу невідомих користувачів або переходити за підозрілими посиланнями. Окрему увагу слід приділяти поняттю «цифровий слід», пояснюючи дітям, що інформація, опублікована в інтернеті, може зберігатися, копіюватися та поширюватися іншими користувачами.

Для практичного закріплення цих знань доцільно використовувати дидактичну вправу «Можна чи не можна?». Учням пропонують розглянути картки з описами типових ситуацій: незнайомець просить повідомити домашню адресу, однокласник надсилає підозрілий файл, невідома особа просить надіслати фотографію або користувач пропонує перейти за невідомим посиланням. Діти мають визначити можливу загрозу, обрати безпечний варіант поведінки та пояснити своє рішення. Така робота сприяє розвитку вміння аналізувати цифрові ситуації й усвідомлено обирати способи захисту власних даних.

Важливим інструментом формування навичок безпечної поведінки є алгоритм «Зупинись - перевір - порадься». У разі отримання підозрілого повідомлення, зіткнення з неприйнятним контентом або виникнення сумнівів щодо безпечності певної дії дитина має припинити взаємодію з відповідним матеріалом, не переходити за сумнівними посиланнями та звернутися до батьків або вчителя. Засвоєння алгоритму можна організувати за допомогою рольових ігор та моделювання життєвих ситуацій, у яких учні послідовно відпрацьовують відповідні дії.

Другий напрям охоплює формування культури онлайн-спілкування. Правила ввічливого й поважного ставлення до інших мають діяти як під час безпосереднього спілкування, так і у віртуальному просторі. Учнів необхідно навчати уникати образливих повідомлень, поширення чуток, розголошення приватного листування та участі в кібербулінгу. Особливого значення набуває формування вміння правильно реагувати на цифрову агресію, не провокувати подальше загострення конфлікту та своєчасно звертатися по допомогу.

Практичним засобом реалізації цього напряму може бути аналіз ситуаційних кейсів, пов'язаних із конфліктами в класних чатах або образливими коментарями в мережі. Наприклад, учням пропонують ситуацію, у якій однокласника висміюють у спільному чаті. Діти мають обговорити, чому така поведінка є неприпустимою, як можна підтримати постраждалого та до кого слід звернутися по допомогу. Доцільно наголошувати, що не варто відповідати образами на образи, а в разі кібербулінгу потрібно повідомити дорослого, а за необхідності — зберегти повідомлення як доказ і скористатися можливістю заблокувати кривдника.

Третій напрям передбачає дотримання здоров'язбережувальних норм під час використання смартпристроїв. Як зазначає А. С. Сухіх у дослідженні, присвяченому здоров'язбережувальному використанню інформаційно-комунікаційних технологій у закладах загальної середньої освіти, організація роботи з цифровими засобами має враховувати можливі ризики для здоров'я учнів, особливості облаштування робочого місця та необхідність формування відповідних звичок за участю педагогів і батьків. Отже, використання смартпристроїв в освітньому процесі має відповідати чинним санітарним вимогам і передбачати чергування роботи з екраном, рухової активності та інших видів навчальної діяльності.

Практичну реалізацію цього напряму можна забезпечити за допомогою вправи «Перевір своє робоче місце». Під час її виконання учні разом із педагогом визначають, чи достатньо освітлене робоче місце, чи правильно організоване положення тіла, чи зручно розташований пристрій і чи дотримано рекомендованої відстані до екрана. Учитель також пояснює важливість перерв і зміни виду діяльності. Під час планування уроків доцільно поєднувати цифрові завдання з роботою в зошитах, використанням паперових матеріалів, графічним моделюванням і рухливими вправами. Такий підхід допомагає уникати надмірного використання екранів і створює умови для різнобічної навчальної діяльності.

Четвертий напрям стосується розвитку саморегуляції та підтримання балансу між цифровою активністю й іншими сферами життя дитини. У дослідженні Н. Мельник і Н. Басараби розглядається цифровий детокс як один із підходів до зменшення надмірного цифрового навантаження та підтримання ментального здоров'я. У початковій школі цей підхід доцільно реалізовувати не через безумовну заборону смартпристроїв, а через формування усвідомленого ставлення до часу, проведеного перед екраном, і вибору способів дозвілля.

Для цього можна запропонувати учням вправу «Мій цифровий день», під час якої вони визначають, для яких завдань використовують смартпристрої, а які види діяльності можуть виконувати без них. Діти складають орієнтовний план дня, передбачаючи час для навчання, відпочинку, рухливих ігор, творчості, читання та живого спілкування. Учитель допомагає учням усвідомити, що цифрові технології є корисним інструментом, проте їх використання має бути доцільним і не витісняти інші важливі види діяльності.

Важливою умовою результативності цієї роботи є узгоджена взаємодія школи та сім'ї. Якщо правила безпечного користування смартпристроями, яких навчають у школі, не підтримуються вдома, дитині складніше перетворити їх на сталі звички. Тому доцільно залучати батьків до спільного визначення сімейних правил цифрової поведінки. Зокрема, родина може домовитися про час використання пристроїв, відмову від гаджетів під час приймання їжі та перед сном, а також про необхідність обговорювати з дорослими незрозумілі або неприємні ситуації в інтернеті без страху осуду. Такі домовленості мають враховувати вік дитини, навчальні потреби та сімейні обставини.

Для визначення рівня сформованості навичок безпечної взаємодії зі смартпристроями доцільно застосовувати педагогічне спостереження, бесіди та практичні завдання, що моделюють типові цифрові ситуації. Як орієнтир для оцінювання можна використовувати три рівні, що подані в таблиці 1.

Таблиця 1 - рівні оцінювання

Початковий	Високий	Достатній
Учень розпізнає цифрові загрози переважно за допомогою дорослого, потребує постійної підтримки під час вибору безпечного способу дій;	Учень самостійно аналізує запропоновані ситуації, пояснює свої рішення, дотримується основних правил цифрової безпеки та знає, коли й до кого потрібно звернутися по допомогу.	Учень самостійно розпізнає більшість типових ризиків і зазвичай обирає правильний спосіб поведінки, однак в окремих ситуаціях потребує уточнень або допомоги;

Зазначені рівні мають орієнтовний характер і можуть використовуватися педагогом для визначення потреб учнів у подальшій підтримці. Вони не є результатами експериментального дослідження, а окреслюють можливий підхід до спостереження за формуванням відповідних навичок.

Отже, формування навичок безпечної взаємодії зі смартпристроями потребує систематичної педагогічної роботи, яка поєднує пояснення правил, аналіз практичних ситуацій, моделювання можливих загроз і закріплення безпечних моделей поведінки. Важливу роль у цьому процесі відіграють особистий приклад дорослих, послідовність вимог і створення умов, за яких дитина може відкрито повідомити про цифрову проблему та отримати необхідну допомогу.

Висновки. Формування навичок безпечної взаємодії молодших школярів зі смартпристроями є важливою складовою сучасної початкової освіти. Цей процес передбачає не лише засвоєння правил інтернет-безпеки, а й розвиток культури онлайн-спілкування, дотримання здоров'язбережувальних норм і здатності самостійно регулювати цифрову активність.

Практична реалізація визначених напрямів передбачає використання ситуаційних кейсів, рольових ігор, моделювання життєвих ситуацій, вправ з організації робочого місця та спільного вироблення правил безпечного користування смартпристроями за участю батьків. Важливим очікуваним результатом такої роботи є здатність учнів розпізнавати типові цифрові загрози, обирати безпечні способи дій і своєчасно звертатися по допомогу до дорослих.

Перспективи подальших досліджень полягають у розробленні дидактичних матеріалів для учнів різних класів початкової школи, підготовці методичних рекомендацій для педагогів і батьків, а також доборі діагностичних інструментів для оцінювання сформованості навичок безпечної взаємодії зі смартпристроями.

Список використаних джерел

1. Сухіх, А. С. (2020). Основні види інформаційно-комунікаційних технологій та рекомендації щодо їх здоров'язбережувального використання у закладах загальної середньої освіти. Комп'ютер у школі та сім'ї, (2 (158)), 29–35. ISSN 2307-9851. URL: https://lnk.ua/3tUjYgW0i
2. Мельник, Н., & Басараба, Н. (2024). Цифровий детокс: баланс між цифровим світом та ментальним здоров'ям. Нова педагогічна думка, 119(3), 33–38. URL: https://npd.roippo.org.ua/index.php/NPD/uk/article/view/644/684

ЛОНДОНСЬКИЙ ТЕКСТ У КОНТЕКСТІ РОЗВИТКУ АНГЛІЙСЬКОЇ ЛІТЕРАТУРИ: МЕТОДИКА ВИВЧЕННЯ У СТАРШІЙ ШКОЛІ

Мостовий Марк Вікторович
здобувач вищої освіти магістерського рівня
Сирко Ірина Мирославівна
к.ф.н., доцент
Кафедра практики англійської мови і методики її навчання
Дрогобицький державний педагогічний університет
імені Івана Франка, Україна

Анотація. У статті досліджено особливості художньої репрезентації Лондона в британській прозі різних епох і визначено методичні можливості вивчення міського тексту в старшій школі. На матеріалі роману Ч. Дікенса «Пригоди Олівера Твіста», роману В. Вулф «Місіс Делловей» та історичного роману К. Дж. Сенсома «Темний вогонь» здійснено порівняльно-типологічний

аналіз соціальних, психологічних та історико-політичних аспектів образу міста. Запропоновано чотирирівневу дослідницьку модель вивчення лондонського тексту, що охоплює просторовий, соціальний, психологічний і символічний рівні. Визначено можливості її реалізації через урок-подорож, урок-дослідження та урок-диспут із використанням літературних карт, проблемних запитань, порівняльного аналізу й творчих завдань. Обґрунтовано освітній потенціал запропонованого підходу для розвитку читацької самостійності, критичного мислення та вміння інтерпретувати художній текст у культурно-історичному контексті.

Ключові слова: лондонський текст, художній простір, урбаністична література, культурний код, літературна карта, міжпредметні зв'язки, методика навчання, старша школа.

Вступ. Художній простір є важливим складником літературного твору, оскільки не лише визначає місце розгортання подій, а й бере участь у формуванні образів персонажів, організації оповіді та розкритті авторського задуму. Особливий інтерес у цьому контексті становить Лондон – місто, яке протягом століть формувало власний культурний образ у літературі, відображаючи суспільні зміни, історичні конфлікти й трансформації людського світосприйняття.

Проблематика взаємодії міста й літератури охоплює питання художньої репрезентації географічного простору, взаємозв'язку місця та ідентичності, а також способів перетворення міського середовища на носій культурних значень [1]. У сучасних дослідженнях літературного простору Лондон розглядають як багатошарове культурне утворення, значення якого змінюється залежно від історичної епохи, жанру й авторської перспективи.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю пошуку підходів до вивчення художнього простору, які поєднують літературознавчий аналіз із дослідницькою діяльністю учнів. Зіставлення різних образів Лондона дає змогу конкретизувати історико-культурний контекст творів, простежити взаємозв'язок між простором і поведінкою персонажів та сформувати вміння аргументовано інтерпретувати літературний текст.

Мета статті – визначити особливості художньої репрезентації Лондона в британській прозі різних епох та обґрунтувати методичну модель вивчення лондонського тексту в старшій школі.

Для досягнення мети передбачено такі **завдання**:

– з'ясувати теоретичні засади аналізу літературного образу міста;

– зіставити особливості репрезентації Лондона у творах Ч. Дікенса, В. Вулф та К. Дж. Сенсома;

– визначити освітній потенціал зазначеного зіставлення;

– запропонувати дослідницьку модель і відповідні форми організації навчальної діяльності.

Виклад основного матеріалу. Поняття лондонський текст у межах даного дослідження використовується для позначення сукупності взаємопов'язаних

літературних образів, мотивів і просторових символів, за допомогою яких Лондон набуває художнього та культурного значення. Місто в такому прочитанні постає не нейтральним тлом, а складником авторської концепції світу. Його вулиці, будівлі, громадські простори й соціальні межі можуть увиразнювати конфлікти, визначати можливості персонажів і відображати характерні риси певної епохи.

Важливим для аналізу є розмежування культурного та художнього кодів міста. Культурний код охоплює історичні події, архітектурні об'єкти, суспільні інституції та усталені уявлення, пов'язані з Лондоном. Художній код формується внаслідок авторського відбору й переосмислення цих елементів відповідно до жанру, композиції та проблематики твору. Взаємодію різних історичних і культурних нашарувань можна пояснити через метафору палімпсесту: нові значення міського простору не обов'язково усувають попередні, а вступають із ними у взаємодію.

Порівняльний аналіз обраних творів дає змогу виокремити три моделі художньої репрезентації Лондона: **соціально-просторову, психологічно-модерністську та історико-політичну.**

Соціально-просторова модель у романі Чарльза Дікенса «Пригоди Олівера Твіста»: Лондон у творі постає простором соціальної нерівності, небезпеки та боротьби за виживання. Протиставлення робітного дому, кримінального середовища нетрів і респектабельніших міських просторів увиразнює залежність життєвих можливостей дитини від суспільного становища й обставин [6]. Дослідження урбаністичної образності роману засвідчують складність взаємодії героя з міським середовищем: Лондон не лише створює небезпеки, а й стає простором досвіду, особистісного становлення та пошуку можливостей для зміни долі

У методичному аспекті доцільно запропонувати учням відтворити маршрут Олівера Твіста, визначити просторові контрасти й з'ясувати, як змінюється становище героя залежно від місця перебування. Таке завдання поєднує роботу з текстовими деталями, характеристику соціального середовища та аргументовану інтерпретацію образу персонажа.

Психологічно-модерністська модель у романі Вірджинії Вулф «Місіс Делловей». У цьому творі міський простір тісно пов'язаний із внутрішнім життям персонажів. Прогулянка Клариси Делловей Лондоном, звуки Біг-Бена, вуличні сцени та випадкові зустрічі стають важливими елементами оповіді, у якій теперішні враження переплітаються зі спогадами й переживаннями. Дослідники просторово-часової організації роману наголошують на взаємодії міських локацій, історичного часу та свідомості персонажів [4].

Для навчального аналізу важливо простежити, як конкретні місця й звуки спонукають героїню до спогадів, впливають на її емоційний стан і формують сприйняття повсякденності. Окрему увагу можна приділити співвідношенню приватного й публічного просторів, а також можливостям і обмеженням, які міське середовище створює для жінки.

Історико-політична модель у романі Крістофера Джона Сенсома «Темний вогонь». Дія роману відбувається в Лондоні 1540 року, за правління Генріха VIII, на тлі релігійних і політичних суперечностей доби Реформації. Історичне середовище розкривається через діяльність державних установ, судові процеси, наслідки розпуску монастирів і боротьбу за вплив при королівському дворі. Міський простір стає важливим засобом відтворення атмосфери політичної нестабільності й суспільної напруги [4].

Вивчення роману дає змогу зіставити художню реконструкцію історичної доби з документальними джерелами, визначити роль міських установ у розвитку сюжету та з'ясувати, як конкретні локації допомагають авторові відтворити суспільні відносини XVI століття. Водночас важливо розмежовувати історичні відомості й авторський вимисел, властивий жанру історичного роману.

Зіставлення трьох моделей засвідчує, що художній образ Лондона змінюється залежно від авторської перспективи та історичного контексту. У Дікенса міський простір увиразнює соціальні суперечності й становище дитини в суспільстві; у Вулф він стає засобом розкриття внутрішнього світу людини; у Сенсома – способом відтворення історичного середовища та політичних конфліктів. Спільним для цих творів є те, що місто бере активну участь у формуванні подій і смислів, а не обмежується функцією декорації [2].

Для перенесення результатів літературознавчого аналізу в освітню практику доцільно використовувати чотирирівневу дослідницьку модель «Простір», «Соціум», «Людина», «Символ». Вона допомагає учням послідовно досліджувати художній образ Лондона та його значення у творі:

Компонент простір у даній моделі передбачає визначення міських локацій, відтворення маршрутів персонажів, аналіз просторових контрастів і зіставлення художньої топографії з реальною картою Лондона. Особливу увагу варто приділяти тому, як різні райони міста впливають на розвиток подій і сприйняття персонажами навколишнього світу; Соціум – проєктує дослідження суспільних відносин, соціальної нерівності, міських інституцій і конфліктів, відображених у творі. На цьому рівні учні з'ясовують, як міське середовище репрезентує суспільні проблеми та історичні особливості певної епохи. Людина – окреслює аналіз впливу міського середовища на поведінку, емоції, спогади та світосприйняття персонажів. Важливо простежити, як міські локації, звуки й події впливають на внутрішній стан героїв і розкривають їхні характери. Символ – інтерпретатує символічні значення локацій, повторюваних образів і просторових опозицій, а також пропонує зіставлення авторських способів осмислення міста. Учні визначають, які додаткові смисли набуває Лондон у художньому тексті та як його образ пов'язаний із провідними ідеями твору.

Реалізація моделі передбачає три послідовні етапи навчальної роботи:

– урок-подорож (ознайомлення з міською топографією та відтворення маршрутів персонажів за допомогою карт, ілюстрацій і цифрових ресурсів. Такий формат дає змогу співвіднести художній простір із реальними локаціями та історичним виглядом міста);

– урок-дослідження (аналіз текстових фрагментів, установлення зв’язків між простором, соціальним середовищем і поведінкою героїв. Учні добирають текстові докази, зіставляють описи та пояснюють роль міських образів у розкритті проблематики твору);

– урок-диспут (зіставлення інтерпретацій міста, обговорення проблемних питань і формулювання аргументованих висновків. Обговорення може стосуватися відмінностей у зображенні Лондона письменниками різних епох, а також впливу історичного контексту й авторського світогляду на художню репрезентацію міста).

Завдання на уроці доцільно диференціювати за рівнем пізнавальної самостійності учнів. Найпродуктивнішими серед них визначаємо такі:

– репродуктивні завдання охоплюють визначення локацій, персонажів і подій, відтворення маршрутів героїв та пошук відповідних описів у тексті;

– пошукові завдання передбачають зіставлення описів міста, дослідження маршрутів, установлення причинно-наслідкових зв’язків між міським середовищем і розвитком подій;

– творчі завдання спрямовані на створення літературних карт, порівняльних візуалізацій, уявних екскурсій Лондоном різних епох і власних інтерпретацій художнього простору.

Така диференціація завдань дає змогу враховувати рівень підготовки учнів і поступово розвивати їхні навички самостійного аналізу, порівняння та аргументації [3].

Практичне застосування запропонованої моделі передбачає використання проблемних запитань, спрямованих на осмислення взаємозв’язку між міським простором, історичним контекстом і внутрішнім світом персонажів. Зокрема, під час вивчення роману Чарльза Дікенса «Пригоди Олівера Твіста» учням можна запропонувати з’ясувати, як міське середовище впливає на долю головного героя, чому різні райони Лондона асоціюються з неоднаковими можливостями та небезпеками і як просторові контрасти увиразнюють соціальну нерівність. Аналізуючи роман Вірджинії Вулф «Місіс Делловей», старшокласники можуть дослідити, яку роль відіграють звуки Біг-Бена, вулиці та міські локації у формуванні внутрішнього світу Клариси Делловей, як прогулянка Лондоном поєднує теперішнє з минулим і чому міський простір стає засобом розкриття психологічного стану персонажів. На матеріалі роману Крістофера Сенсома «Темний вогонь» доцільно з’ясувати, як зображення Лондона 1540 року допомагає відтворити політичні й релігійні суперечності доби Генріха VIII, яку роль у розвитку подій відіграють міські установи та як історичне середовище впливає на вчинки героїв.

Підсумкове порівняння творів може ґрунтуватися на запитаннях: чому одне й те саме місто набуває різних значень у творах різних авторів; як історична епоха, жанр і авторська перспектива визначають зображення Лондона; що дає аналіз міського простору для глибшого розуміння проблематики твору? Робота над цими питаннями сприятиме розвитку вмінь зіставляти художні тексти,

знаходити текстові підтвердження власних суджень, розрізняти історичні факти й авторську інтерпретацію та формулювати аргументовані висновки.

Висновки. Отже, лондонський текст доцільно розглядати як багатошарове художньо-культурне утворення, у якому історичні, соціальні та просторові характеристики міста набувають індивідуального авторського вираження. Порівняльний аналіз творів Чарльза Дікенса, Вірджинії Вулф та Крістофера Джона Сенсома дав змогу виокремити соціально-просторову, психологічно-модерністську та історико-політичну моделі репрезентації Лондона.

Для вивчення цього явища в старшій школі запропоновано чотирирівневу дослідницьку модель: «Простір», «Соціум», «Людина», «Символ», реалізація якої передбачає поєднання уроку-подорожі, уроку-дослідження та уроку-диспуту. Використання літературних карт, проблемних запитань, порівняльного аналізу й творчих завдань створює умови для поглибленого осмислення художнього простору, розвитку критичного мислення та читацької самостійності учнів.

Перспективи подальших досліджень полягають у розробленні системи навчальних матеріалів для кожного рівня моделі та перевірці її ефективності в освітньому процесі старшої школи.

Список використаних джерел

1. Ісаєва О. О. Концептуальні основи аналізу художнього твору в школі. Гуманітарний вісник ДВНЗ «Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди» : науково-теоретичний збірник. Тернопіль : Астон, 2006. С. 79–85.
2. Павлова О. Б. Лондонський текст англійської літератури першої третини XX століття : дис. ... канд. філол. наук : 10.01.04. Львів, 2017. 205 с.
3. Штейнбук Ф. М. Методика викладання зарубіжної літератури в школі : навч. посіб. 2-ге вид., випр. та уточн. Тернопіль : Мандрівець, 2009. 280 с.
4. Brown P. T. The Spatiotemporal Topography of Virginia Woolf's Mrs. Dalloway: Capturing Britain's Transition to a Relative Modernity. Journal of Modern Literature. 2015. Vol. 38, No. 4. P. 20–38.
5. Dickens C. Oliver Twist / edited by K. Tillotson ; introduction and notes by S. Gill. Oxford : Oxford University Press, 1999. 480 p.
6. Oliver Twist: Urban Aesthetics and the Homeless Child. The Oxford Handbook of Charles Dickens. Oxford University Press, 2018. P. 105–118
7. Sansom C. J. Dark Fire. London : Macmillan, 2004. 502 p.
8. Wiggins A. The City and the Text: London Literature. The Oxford Handbook of Medieval Literature in English. Oxford University Press, 2012. P. 540–556.
9. Woolf V. Mrs Dalloway / introduction and notes by M. M. Pawlowski. Ware : Wordsworth Editions, 1996. 176 p.

MICROLEARNING IN DEVELOPING STUDENTS' FOREIGN LANGUAGE LEXICAL COMPETENCE: THE DIDACTIC POTENTIAL OF QUIZLET AND OPPORTUNITIES FOR INTEGRATING DIGITAL TOOLS

Hladkoskok Lesia
Candidate of Philological Sciences, Associate Professor
Department of Foreign Languages for Humanities
Chernivtsi National University named after Yuriy Fedkovych, Ukraine

Abstract. The re substantiates microlearning as an analytical framework for designing vocabulary work in foreign language learning. It examines the cognitive foundations of this approach (retrieval practice, spaced repetition, cognitive load and depth of processing) and the didactic potential of the Quizlet platform. A seven-stage methodological model is proposed that leads from the selection of vocabulary to its communicative transfer and delayed assessment, and indicators of its effectiveness are outlined.

Keywords: microlearning, lexical competence, Quizlet, retrieval practice, spaced repetition, foreign language, digital tools.

Introduction. Learning foreign language vocabulary is not limited to the initial encounter with a word. It requires repeated retrieval, returning to the material at intervals, understanding of context and practical use. Classroom teaching organised by thematic units does not always ensure sufficiently regular work with vocabulary between classes. This raises a research question: how does the organisation of vocabulary acquisition change if the learning process is designed not only around topics and classes but also around short, recurring cycles of work with lexical material?

Aim and objectives of the study. The aim of the study is to substantiate microlearning as an analytical framework for designing vocabulary work and to describe a methodological model for implementing it with the Quizlet platform. To achieve this aim, the following objectives were set: to distinguish microlearning from related concepts; to identify its cognitive foundations; to assess the potential and limitations of Quizlet; and to propose a methodological model and indicators of its effectiveness. The proposed framework has the status of a working hypothesis, and the model is a methodological proposal whose effectiveness requires empirical verification.

Research results and discussion. Microlearning and related concepts. We understand microlearning as the purposeful design of a learning experience from small activities with clearly defined aims and scope, each of which is a link in a broader sequence of acquisition. This concept is related to, but not identical with, several neighbouring ones. Short sessions are merely a matter of duration and, without an overall design, amount to a shortened class. Mobile learning defines the mode of access to materials. Blended learning is a model of organising the educational process, of which micro-activities may be a component. Gamification, i.e. the use of game

elements in a non-game context, plays an auxiliary role in our approach and is justified only when it serves the learning aim.

Microlearning also has limitations: fragmentation of knowledge, lack of context, the risk of shallow processing and the difficulty of transferring isolated knowledge into real speech. Therefore, each micro-activity should be embedded in a sequence that leads from recognising a word to using it productively.

Cognitive foundations. Research on the testing effect shows that active retrieval promotes long-term retention better than repeated rereading [4]. The spacing effect points to the advantages of practice distributed over time compared with massed practice [1]. At the same time, a distinction should be drawn between the principle of spaced repetition as a general didactic idea and the specific algorithms that implement it on platforms, whose parameters are usually not disclosed.

Short sessions can support regular practice and help to dose the material with regard to cognitive load [5]. However, a short format does not automatically improve memory or reduce load: the outcome depends on the complexity of the material, the type of task and the students' level.

Knowing a translation does not mean being able to use a word. Knowing a lexical item involves its form, meaning, collocations, grammatical behaviour, word-formation links and pragmatic constraints [3]. Retention is influenced more by the depth of processing, in particular by the presence of need, search and evaluation in a task, than by the number of repetitions as such [2]. Consequently, the transfer of what has been learned to new communicative situations has to be designed separately.

Quizlet as a means of implementing microlearning principles. The platform makes it possible to create thematic sets, divide a large topic into meaningful blocks of 8–12 items, combine terms, definitions, translations and usage examples, and work in different modes: flashcards, writing, matching and testing. The Learn mode is presented as using adaptive repetition; however, the details of its algorithm are not disclosed, so it should not be regarded as a proven optimal mechanism of spaced repetition. The range of available features depends on the version (free or paid) and changes over time, so it should be checked against the official documentation at the time of implementation.

The key methodological problem is that "word – translation" flashcards on their own develop recognition but not use of a word. It can be overcome by using context sentences on the cards (a gapped sentence on one side and the word on the other), sets of collocations (conduct research, draw a conclusion), short writing tasks after a session, as well as dialogues and professional situations in which these words are needed. For group revision in class, Quizlet can be complemented by Kahoot! and Wordwall.

Methodological model. We propose a seven-stage model in which each stage has its own aim, role of the platform, teacher's actions and means of assessment.

Stage 1 – selection and structuring. The teacher selects 8–12 items with regard to the students' level, the topic and the communicative value of the words, divides the topic into blocks and creates a set in Quizlet. The criterion of assessment is the set's alignment with the learning aim.

Stage 2 – initial processing. Students become familiar with the meaning, pronunciation, grammatical features and typical context of the words through cards with examples and audio; the teacher gives a brief commentary in class. Understanding is checked through oral explanation of meaning.

Stage 3 – retrieval practice. Students retrieve the meaning or form of a word in the writing and flashcard modes during an independent 5–10-minute session following the teacher's instructions. The indicator is the percentage of correct answers.

Stage 4 – spaced repetition. Students return to the set over several days, not only within a single class, according to an agreed schedule (for example, on days 1, 3 and 7). The dynamics of results are assessed.

Stage 5 – contextualisation. Words are used in collocations and texts; gapped cards and collocation sets are used for this purpose, and the teacher assigns sentence-writing tasks. The criterion is the quality of the sentences.

Stage 6 – communicative transfer. Students produce their own utterances – a dialogue or a short text based on a situation, while Quizlet serves as a means of preparing the vocabulary. The result is assessed against a rubric: accuracy, appropriateness and variety of use.

Stage 7 – delayed assessment. After 2–4 weeks, retention and independent use of the words are checked with a control set and a delayed test.

An example of implementing the model in an Academic English course is the block "Academic research": conduct research, draw a conclusion, support a claim, a growing body of evidence, be consistent with, highlight the need for. After a short explanation, students work through the cards on day 1, return to them on days 3 and 7, write two sentences with each construction, and in class write a concluding paragraph for an imaginary study. Three weeks later, a delayed test with a usage task is administered.

Assessment of effectiveness. It is advisable to assess not only the immediate result but also the retention of vocabulary and the ability to use it. For this purpose, we propose the following indicators: recognition (choosing the meaning) and active recall (translation, gap-filling); productive use (a sentence or text assessed against a rubric: form, meaning, collocation, appropriateness); delayed effect (retesting after 2–4 weeks); regularity of work (number of completed sessions, students' self-reports, platform data where available); cognitive load and students' attitudes (a short questionnaire). Possible research designs include a comparison of groups (micro-cyclic work versus traditional organisation) or a "pre-test – post-test – delayed test" design for a single group, taking into account the limitations of a small sample.

Conclusions. Microlearning is productively viewed as a way of designing a sequence of vocabulary work rather than as a shortening of classes. Quizlet can implement the principles of retrieval practice and spaced repetition, but on its own it does not ensure contextual and communicative mastery of a word; therefore, micro-activities on the platform should be embedded in a coherent sequence – from the selection of vocabulary to its delayed assessment. Empirical verification of the proposed model is a prospect for further research.

References

1. Cepeda, N. J., Pashler, H., Vul, E., Wixted, J. T., & Rohrer, D. (2006). Distributed practice in verbal recall tasks: A review and quantitative synthesis. Psychological Bulletin, 132(3), 354–380.
2. Hulstijn, J. H., & Laufer, B. (2001). Some empirical evidence for the involvement load hypothesis in vocabulary acquisition. Language Learning, 51(3), 539–558.
3. Nation, I. S. P. (2001). Learning vocabulary in another language. Cambridge University Press.
4. Roediger, H. L., & Karpicke, J. D. (2006). Test-enhanced learning: Taking memory tests improves long-term retention. Psychological Science, 17(3), 249–255.
5. Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. Cognitive Science, 12(2), 257–285.

Section: Pharmaceutics

STUDY OF THE PERFORMANCE OF A PADDLE-TYPE DRYER

Babanova Olena
Senior Lecturers
Dolomakin Yurii
PhD, Associate Professors
Department of Machines and Apparatus
for Food and Pharmaceutical Productions
National University of Food Technologies
Kyiv, Ukraine

The progress of modern society is impossible without the development of industries that ensure human health and well-being.

Among the priority areas for the development of science, technology, and innovation in Ukraine are advanced biotechnologies, treatment methods, and therapeutic agents.

The pharmaceutical industry is a distinct sector of the national economy. Its products are in high demand in the consumer market and make a significant contribution to meeting social needs and generating state budget revenue. For many products, the pharmaceutical industry represents the final stage in meeting the needs of the population and the state.

The pharmaceutical industry is developing rapidly in Ukraine. This is driven by the expansion of opportunities to establish European-quality manufacturing facilities and the growing demand for high-quality products.

Pharmaceutical manufacturing involves the extensive use of equipment in which various processes take place, including mixing, grinding, drying, pressing, dosing, and others. Drying is one of the most energy-intensive processes. At the same time, dryers are among the least technologically advanced types of equipment. Therefore, considerable attention should be paid to the introduction of new dryer designs and the modernization of existing units.

Drying processes are widely used in food technology to remove moisture from various wet materials, including solid, paste-like, and liquid substances, at different stages of processing, such as raw materials, semi-finished products, and finished products.

Drying is a combined heat-transfer and mass-transfer process in which moisture diffuses from the inner layers of a material to its surface, passes through the boundary layer, and then diffuses into the gas phase, carrying a significant amount of thermal energy away from the material.

There is no universally established classification of drying equipment used in the microbiological industry, since the wide variety of products manufactured in large quantities requires strictly specific thermal-processing conditions. Dryers used in the microbiological industry can be classified according to the methods of feeding the product and the drying medium into the drying chambers, as well as the hydrodynamic conditions under which they operate.

In the industrial production of pharmaceuticals, drying, as the final stage of manufacturing, has a significant effect on the quality of the resulting products, including dry extracts, enzymes, vitamins, antibiotics, and other substances.

High product quality and stability depend on the technical level of the drying process, the degree of automation and mechanization of operating conditions, the design and performance of the drying equipment, and air cleanliness. A properly organized drying process makes it possible to preserve or improve the properties of materials.

A paddle-type drying apparatus is used in the pharmaceutical industry to dry herbal medicinal materials intended for subsequent tablet production (Fig. 1).

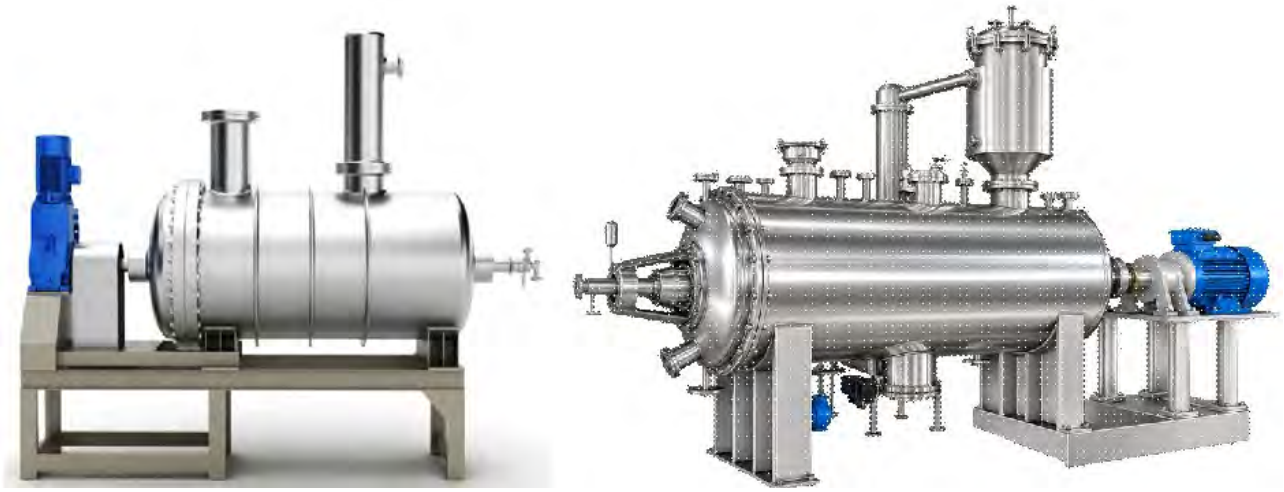


Figure 1. General View of Paddle-Type Dryers

A paddle dryer is a batch-operated apparatus consisting of a horizontal cylindrical drum with a jacket. A mixing device, comprising a shaft fitted with paddles, is installed inside the drum (Fig. 2).

The arrangement of the paddles on the dryer shaft is its main design feature, determining the efficiency of material mixing and discharge.

Figure 2 below shows images of actual industrial units, allowing the size and robustness of the paddles, their inclination angle, and the mirror-polished stainless-steel surfaces to be examined in detail. These surfaces help prevent wet paste or sludge from adhering to the equipment.

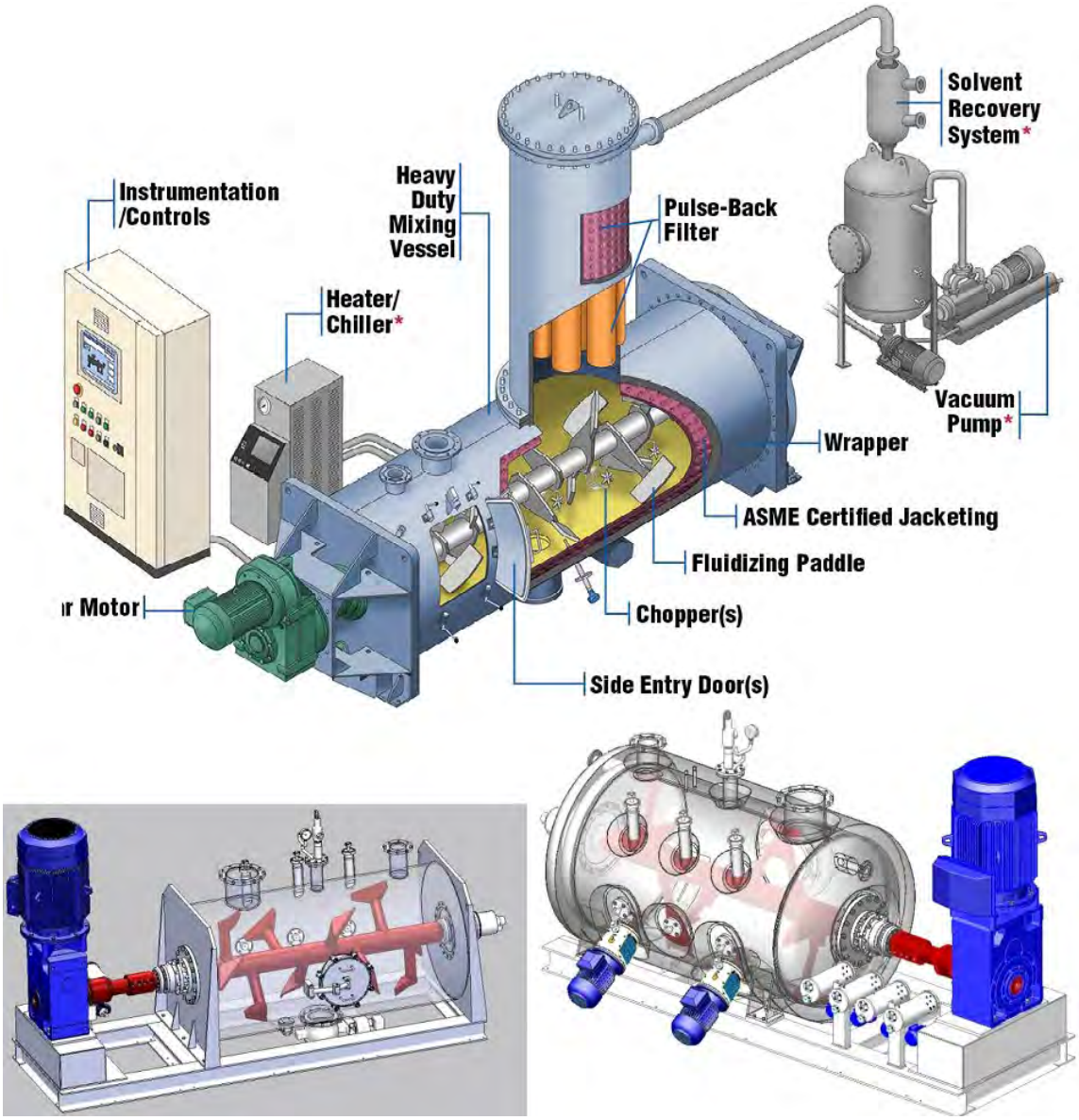


Figure 2. Schematic Diagram of a Paddle Dryer with Paddles

Given the continuous development and modernization of pharmaceutical manufacturing, including the development and introduction of more advanced technologies, the use of new groups of excipients and active pharmaceutical ingredients, and the creation of new medicinal products, the industry faces the challenge of ensuring access to higher-quality and more productive equipment. Outdated equipment that has become physically worn and technologically obsolete is still used in modern manufacturing. Therefore, alongside the development of new types of equipment, the modernization of existing equipment is also an important issue, as upgrading existing equipment is economically feasible.

The main problem in drying materials is the considerable consumption of thermal energy, which significantly increases production costs. Another important issue is the purity of the resulting product, which affects the quality of the manufactured pharmaceutical preparation. After examining the operation of a paddle-type drying system, we identified the following disadvantages: the system occupies a large floor

area; substantial costs are required for equipment installation and operation; the process involves the use of a heat-transfer medium at elevated temperatures, which leads to the destruction of the product's protein structures; significant heat losses occur to the surrounding environment; and high requirements are imposed on the purification of the heat-transfer medium.

During operation of the drying system, a number of additional disadvantages were identified, including:

- the accumulation of salt deposits on the inner walls of pipelines, which increases hydraulic resistance;
- substantial costs associated with cleaning the heating pipelines;
- the risk of an emergency due to excessive pressure in the system;
- difficulties in maintenance;
- the need for a large number of operating personnel.

For these reasons, there is a need in industrial production for equipment that offers higher productivity and can operate automatically while reducing process costs. Therefore, modernization of the system is proposed to eliminate the above-mentioned disadvantages.

Since the product is continuously fed into the dryer by means of dosing devices during continuous operation, the need for additional personnel is eliminated.

Installation of rollers. Four rollers are arranged between the paddles along the entire length of the drum. As the shaft rotates, the rollers roll over the paddles, helping to remove adhering product and improving the mixing and grinding of the material being dried. Mixing during drying accelerates moisture removal and consequently reduces the duration of the operation. It also makes it possible to mechanize material loading and unloading.

Drying is most often the final stage of a technological process for obtaining the target product.

The main objectives of drying are to facilitate and reduce the cost of material transportation and to increase material strength. Drying many pharmaceutical preparations ensures their preservation and storage stability. Drying is also necessary to enable the subsequent grinding of certain materials during further processing.

References

1. Tkachenko, S.Y., & Spivak, O.Yu. (2007). Sushylni protsesy ta ustanovky: Navchalnyi posibnyk. Vinnytsia: VNTU.
2. Mikulonok, I.O. (2026). Mekhanichni ta hidromekhanichni protsesy ta obladnannia vyrobnytstva polimernykh i budivelnykh materialiv i vyrobiv. Praktykum [Elektronnyi resurs]: Navch. posib. dlia zdobuvachiv stupenia bakalavra za spetsialnistiu G11 Mashynobuduvannia (2nd ed., revised and supplemented). Kyiv: KPI im. Ihoria Sikorskoho.
3. Malezhyk, I.F. (2003). Protsesy ta aparaty kharchovykh vyrobnytstv. Kyiv: NUKhT.

CURRENT PERSPECTIVES ON HERBAL THERAPIES FOR OBESITY MANAGEMENT

Kovpak Alona
PhD., associate professor
Deputy vice-rector for scientific work
Yavorska Olena
5-th year student of the Faculty of Pharmacy
Higher Private Educational Institution
«Lviv Medical University», Lviv, Ukraine

Introduction. Obesity has escalated into a major public health crisis globally, predisposing individuals to severe chronic conditions such as cardiovascular disease, type 2 diabetes, non-alcoholic fatty liver disease, and specific types of cancer [1]. Traditional clinical approaches, combining dietary/lifestyle interventions with conventional synthetic pharmacotherapy, often yield suboptimal long-term outcomes and carry notable risks of side effects. As a result, research into natural compounds—particularly herbal medicinal products—has expanded rapidly.

Medicinal plants offer a vast reservoir of biologically active compounds capable of targeting diverse metabolic processes to facilitate weight loss and restore metabolic homeostasis. Multiple plant extracts have demonstrated potential to suppress hunger, enhance energy expenditure via thermogenesis, improve dyslipidemia, regulate insulin sensitivity, and alleviate systemic inflammation. This paper reviews current progress in the application of phytomedicines for obesity management, focusing on their therapeutic mechanisms, clinical outcomes, safety, and potential avenues for future clinical trials.

1. Pharmacological Mechanisms of Phytotherapeutics in Obesity Management

Phytomedicines exert pleiotropic effects that collectively promote weight reduction and restore metabolic homeostasis in individuals with obesity [2]. The principal therapeutic mechanisms encompass the following:

- **Appetite Suppression and Satiety Enhancement:** Certain plant-derived agents act mechanically or neurochemically to curb caloric intake. Soluble dietary fibers, notably glucomannan (derived from Amorphophallus konjac), undergo significant gastric expansion upon hydration, physically inducing early satiety and delaying gastric emptying. Concurrently, botanical constituents such as Hoodia gordonii extracts and green tea catechins can modulate central appetite-regulating neuropeptides and neurotransmitters (e.g., dopamine, serotonin, and noradrenaline), thereby mitigating hedonic hunger, cravings, and frequent snacking behavior.
- **Stimulation of Thermogenesis and Energy Expenditure:** Select phytochemical complexes activate metabolic pathways that accelerate caloric burn. Notably, green tea extract (Camellia sinensis, rich in epigallocatechin gallate [EGCG] and caffeine), guarana (Paullinia cupana), and capsaicin (from Capsicum spp.)

stimulate the sympathetic nervous system and upregulate uncoupling proteins (e.g., UCP-1). This triggers non-shivering thermogenesis in brown and beige adipose tissue, substantially elevating resting energy expenditure.

- **Inhibition of Dietary Fat and Lipid Absorption:** Certain bioactive compounds impair lipid assimilation within the gastrointestinal tract. For instance, specific botanical polyphenols act as natural pancreatic lipase inhibitors, suppressing the hydrolytic breakdown of dietary triglycerides. Additionally, biopolymers such as chitosan (derived from crustacean chitin, frequently combined with botanical formulations) actively bind dietary lipids and bile acids, forming unabsorbable complexes that are excreted, thereby reducing net energy absorption.
- **Modulation of Lipid Homeostasis and Anti-Dyslipidemic Effects:** Several herbal extracts—including fenugreek (Trigonella foenum-graecum), artichoke leaf (Cynara scolymus), and plant sources of alpha-linolenic acid (e.g., flaxseed, chia)—effectively normalize circulating lipid parameters. These agents downregulate low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C), total cholesterol, and serum triglycerides, while concomitantly elevating high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C). This cardioprotective modulation mitigates atherogenic risk and attenuates metabolic syndrome comorbidity.
- **Attenuation of Chronic Low-Grade Systemic Inflammation:** Adipose tissue dysfunction in obesity is inextricably linked to persistent low-grade inflammation driven by pro-inflammatory cytokines (TNF-αα, IL-6, MCP-1). Powerful phytocompounds such as curcumin (Curcuma longa), gingerols (Zingiber officinale), and resveratrol suppress the NF-κκ B and NLRP3 inflammasome signaling pathways. By attenuating systemic oxidative stress and macrophage infiltration in adipose depots, these phytochemicals significantly improve insulin sensitivity and support sustained weight management.

2. Clinically Evaluated Phytotherapeutic Agents for Obesity Management

A substantial body of clinical research provides evidence regarding the therapeutic efficacy of phytomedicines in obesity management. Among the most rigorously evaluated and clinically relevant botanical agents are the following [3]:

- **Green Tea Extract (Camellia sinensis):** Rich in bioactive polyphenols—predominantly catechins such as epigallocatechin-3-gallate (EGCG)—and caffeine, green tea extract has been extensively investigated for its anti-obesity properties. These synergistic phytochemicals stimulate resting energy expenditure and facilitate fat oxidation via the inhibition of catechol-O-methyltransferase (COMT). Systematic reviews and meta-analyses of randomized controlled trials (RCTs) substantiate that standardized green tea extract yields modest yet statistically significant reductions in total body weight, fat mass, and waist circumference [4].
- **Garcinia Cambogia (Garcinia gummi-gutta / Garcinia cambogia):** The pericarp of Garcinia cambogia is rich in (-)-hydroxycitric acid (HCA), a competitive inhibitor of ATP-citrate lyase—a pivotal enzyme in de novo lipogenesis. Furthermore, HCA is hypothesized to enhance satiety by modulating brain serotonin levels. Nonetheless, findings from human clinical trials remain contradictory; several rigorous

meta-analyses have reported negligible or borderline non-significant clinical weight loss compared to placebo [5]. Consequently, larger, well-controlled trials are required to establish its definitive clinical utility, optimal dosing regimens, and target patient populations.

- **Berberine (Berberis spp., Hydrastis canadensis):** Berberine is a quaternary isoquinoline alkaloid isolated from plants such as barberry (Berberis vulgaris) and goldenseal (Hydrastis canadensis). Robust clinical trials indicate that berberine exerts substantial multi-target metabolic effects, significantly attenuating body mass index (BMI), visceral adiposity, and hyperlipidemia in patients with metabolic syndrome and type 2 diabetes. Its primary mechanism involves the phosphorylation and activation of AMP-activated protein kinase (AMPK), the enhancement of cellular glycolysis, the suppression of adipogenesis, and the alleviation of chronic macrophage-mediated inflammation [6].
- **Fenugreek Seed Extract (Trigonella foenum-graecum):** Traditionally recognized in ethnomedicine, fenugreek seeds have demonstrated notable metabolic benefits in contemporary clinical trials. Standardized fenugreek extracts rich in soluble galactomannan fibers and steroidal saponins promote weight reduction, attenuate insulin resistance, and improve atherogenic dyslipidemia. The therapeutic efficacy of fenugreek is largely mediated through delayed intestinal nutrient absorption, enhanced peripheral insulin sensitivity, suppression of systemic oxidative stress, and the modulation of neuroendocrine pathways governing satiety [7].

3. Safety Profile, Tolerability, and Toxicology of Anti-Obesity Botanicals

Although phytomedicines are widely perceived by the public as inherently safe alternatives to conventional pharmacotherapy, their complex chemical profiles warrant cautious clinical evaluation. Like synthetic bioactive molecules, herbal extracts possess pharmacodynamic and pharmacokinetic properties capable of eliciting adverse drug reactions and mediating clinically significant herb-drug interactions [8]. Ensuring patient safety necessitates critical attention to the following parameters:

- **Herb–Drug Interactions (HDIs):** Botanical agents can substantially alter the pharmacokinetics (via cytochrome P450 isoenzyme modulation and P-glycoprotein interaction) and pharmacodynamics of concomitant synthetic medications. Of paramount clinical concern are interactions involving oral anticoagulants/antiplatelets, antidiabetic agents (potentiating hypoglycemia risk), and antihypertensives. Such interactions can drastically modify the therapeutic index or systemic clearance of co-administered drugs. Consequently, comprehensive medical history taking and professional interdisciplinary oversight (by physicians and clinical pharmacists) are imperative prior to initiating botanical therapy.
- **Standardization, Purity, and Quality Assurance:** Botanical extracts exhibit substantial batch-to-batch chemical variability due to geographical origin, seasonal harvesting, extraction methodologies, and post-harvest processing. The administration of non-standardized formulations creates significant clinical unpredictability. High-quality phytomedicines must adhere to Good Manufacturing Practice (GMP) standards, featuring certified chemical profiling, validated concentrations of active

marker compounds, and analytical verification demonstrating the absence of toxic adulterants, heavy metals, microbial contaminants, and pesticide residues.

4. Methodological Challenges and Horizons for Translational Research

Notwithstanding the promising therapeutic data regarding herbal remedies in obesity management, their clinical translation is impeded by several fundamental challenges that delineate the future research agenda [9]:

- **Methodological Rigor in Randomized Controlled Trials (RCTs):** A considerable proportion of available clinical evidence is compromised by small cohort sizes, brief follow-up periods, heterogeneous trial designs, and insufficient risk-of-bias controls. To substantiate the clinical efficacy and regulatory viability of these agents, there is an urgent need for adequately powered, multi-center, double-blind RCTs featuring standardized inclusion/exclusion criteria, uniform dosing protocols, and validated primary clinical endpoints (e.g., body composition via DEXA, cardiovascular risk biomarkers).
- **Chemical Standardization and Fingerprinting:** The inherent phytochemical variability among crude extracts undermines inter-study comparability and dose-response optimization. Advancing the field requires the universal adoption of analytical fingerprinting (e.g., HPLC-MS, NMR) to achieve standardized phytomedicinal formulations with reproducible concentrations of bioactive secondary metabolites.
- **Long-Term Efficacy, Durability, and Safety Surveillance:** The preponderance of existing clinical trials evaluates therapeutic outcomes over limited intervals (typically 8–24 weeks). Prolonged longitudinal investigations are critical to ascertain whether the metabolic benefits of botanical agents are sustained over time, evaluate weight-regain phenomena post-discontinuation, and systematically identify rare or delayed-onset toxicities.
- **Integrative Therapeutic Frameworks and Multimodal Strategies:** Botanical formulations should not be conceptualized as stand-alone panaceas, but rather as rational adjuncts within comprehensive obesity intervention programs encompassing medical nutrition therapy, structured physical activity, and behavioral counseling. Rigorous clinical trials are warranted to investigate the synergistic potential and safety parameters of combining standardized herbal medicines with first-line synthetic pharmacotherapies and metabolic surgery.

5. Conclusion

Contemporary phytotherapy represents an evolving and promising paradigm in the comprehensive management of obesity, offering plant-derived bioactive agents capable of promoting clinically meaningful weight loss and attenuating cardiometabolic risk factors. Empirical evidence from a growing number of clinical trials substantiates the metabolic utility of key standardized botanical extracts—notably green tea catechins, glucomannan, berberine, and fenugreek seed extracts. These findings justify their further mechanistic exploration and translation into clinical practice.

Nevertheless, phytomedicines must not be regarded as a standalone panacea for obesity. Optimal therapeutic outcomes necessitate that their implementation be firmly embedded within a structured multimodal framework that integrates personalized medical nutrition therapy, regular physical activity, behavioral modification, and overall lifestyle optimization. To facilitate the formal regulatory integration of botanical therapeutics into mainstream obesity protocols, future initiatives must focus on conducting robust, multi-center randomized controlled trials, establishing rigorous chemical standardization across production batches, and delineating precision biomarkers to predict individual therapeutic responsiveness.

Ultimately, bridging empirical phytochemistry with evidence-based medicine holds substantial potential to expand the therapeutic armamentarium against obesity, mitigating the global disease burden and improving long-term metabolic health outcomes worldwide.

References

1. World Health Organization. Obesity and Overweight [Internet]. 2021 [cited 2026 October 15]. Available: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight
2. Hasani-Ranjbar S, Jouyandegan H, Abdollahi M, et al. A systematic review of the efficacy and safety of herbal medicines for the treatment of obesity. Evid Based Complement Alternative Med . 2012;2012:435827.
3. National Health Service of Ukraine. Obesity [Internet]. 2023 [cited 2026 October 15]. Available: https://nszu.gov.ua/e-data/materialy-dlya-likarya/ozhirinnya
4. Jurgens TM, Whelan AM, Killian L, et al. Green tea for weight loss and weight maintenance in overweight or obese adults: a meta-analysis. Cochrane Database System Rev. 2012;12:CD008650.
5. Onakpoya I, Hung SK, Perry R, et al. Use of garcinia extract (hydroxycitric acid) as a weight loss supplement: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. J Obes . 2011;2011:509038.
6. Huang D, Kong B, Cai W, et al. Berberine for the treatment of obesity: a systematic review and meta-analysis . Phytother Res . 2019;33(1):18-25.
7. Neeraja A, Kajaria R, Gupta R. Efficacy of Trigonella seed extract foenum-graecum for the treatment of obesity: a randomized controlled trial. J Ayurveda Integral Med . 2021;12(3):464-70.
8. European Medicines Agency. Assessment report on Trigonella foenum-graecum L., semen [Internet]. 2018 [cited 2026 October 15]. Available: https://www.ema.europa.eu/en/documents/herbal-report/final-assessment-report-trigonella-foenum-graecum-l-semen_en.pdf
9. National Academy of Medical Sciences of Ukraine. Obesity: a modern view of the problem [Internet]. 2021 [cited 2026 October 15]. Available: http://amnu.gov.ua/wp-content/uploads/2021/12/ obesity_2021_new.pdf

Section: Physical and Mathematical Sciences

DOI 10.70286/EOSS-26.10.2026.017.367-378

WHAT ELSE NEEDS TO BE LEARNED ABOUT NEPTUNE'S MOON TRITON?

Vidmachenko Anatoliy Petrovych
Doctor Phys.-Math. Sci., Professor
Department of Physics
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

Abstract. Triton, a moon of the planet Neptune, is one of the least studied objects in our solar system. It is the only large moon that orbits its planet in a retrograde direction, with an orbital inclination of 157° relative to Neptune's equator. It is currently widely accepted that Triton is a captured object – originally formed as a dwarf planet in the Kuiper Belt, much like the Pluto system. A close flyby of Triton by the "Voyager 2" spacecraft in August 1989 provided data revealing active cryovolcanic geysers, an extremely young surface, and a tenuous atmosphere. Triton's atmosphere exists in a state of dynamic equilibrium with the ices on its surface; minor changes in surface temperature led to sharp fluctuations in atmospheric pressure. Since Neptune's orbit has a low eccentricity (0.0097), Triton's seasonal cycles – each lasting approximately 40 Earth years – are determined by the tilt of the planet's rotational axis relative to the Sun. One of the primary physical mysteries concerning Triton is its exceptionally dense ionosphere, which features a peak free-electron concentration of 46×10^9 m^{-3} at an altitude of 340 km. According to the model of magnetospheric interaction with Neptune, the planet's energetic magnetospheric electrons are focused by magnetic field lines and precipitate into the moon's atmosphere. This electron precipitation triggers a complex chain of ion-molecule reactions. In the context of modern research into life beyond Earth, Triton stands out as one of the most intriguing and promising targets. The traditional view of the habitable zone – based solely on distance from the central star and the potential for liquid water on the surface – has been superseded by a broader understanding of "dynamic habitability." Subsurface oceans on icy worlds (such as Europa, Enceladus, and Triton) extend potential biospheres well beyond the "snow line." However, the extremely low temperature of the solution within Triton's ocean (approximately 176 K) significantly slows down the kinetics of chemical reactions and molecular diffusion, which could impose strict limits on the rates of replication and metabolism. To address fundamental questions, several space mission concepts targeting the Neptune system and Triton have been developed. These proposals offer various approaches, ranging from rapid, relatively low-cost flyby probes to sophisticated orbital complexes equipped with landers. Notable examples include the "Triton Ocean World Surveyor" and flagship-class missions such as "Neptune Odyssey". The period leading up to 2040–2050 is critical for the realization of these

missions. After all, the subsequent change of seasons on Triton will lead to the gradual immersion of its currently active southern polar cap into a long polar night. This will make it impossible to observe many dynamic processes over the next century.

Keywords: Triton, potential dwarf planet, geyser-like cryovolcanism, subsurface ocean, dense ionosphere, new space missions.

Introduction. Studying the outer regions of the Solar System remains one of the most challenging areas of modern planetary science. Among the icy worlds located beyond Saturn's orbit, Triton – the largest moon of Neptune – stands out as a particularly valuable object. It remains one of the least studied yet most intriguing bodies in our planetary system. Its uniqueness is evident in several of its dynamical characteristics: Triton is the only large moon in the Solar System that orbits its parent planet in a retrograde direction, along a highly inclined path – tilted at an angle of approximately 157° relative to Neptune's equator. Such an anomalous dynamical state clearly indicates that Triton could not have formed "in situ" from the accretion disk surrounding the young Neptune. The prevailing scientific view today is that Triton is a captured object – one that originally formed as a dwarf planet within the primordial protoplanetary disk or the Kuiper Belt, much like the Pluto system [15, 16, 32, 38].

Modeling of its gravitational capture by Neptune [1] suggests that Triton was once part of a binary system of dwarf planets. During one of the close encounters between this pair and Neptune, the pair broke apart; Triton, having lost its kinetic energy, entered a highly eccentric orbit around Neptune. The transition of such a massive body had devastating consequences for Neptune's existing satellite system, triggering a series of large-scale collisions that reduced it to a cloud of debris orbiting the planet. It was from this debris that Neptune's "new" satellites were formed. Observational data suggest that Nereid is the only surviving satellite from this first generation.

A close flyby of Triton by the "Voyager 2" spacecraft in August 1989 [27] yielded data on active cryovolcanic geysers [11], an extremely young surface [30, 34, 35, 44, 46], and a tenuous atmosphere [13]. Despite significant advances in observational astronomy, Triton remains the source of many fundamental questions. Key scientific challenges currently include understanding the long-term climatic evolution of its atmosphere [3, 42] and determining the physical mechanisms that sustain its exceptionally dense ionosphere [26].

Atmospheric dynamics and climate cycles. Triton's atmosphere [6, 14, 17, 23] exists in a state of dynamic equilibrium with the ices on its surface. Small changes in surface temperature led to sharp fluctuations in atmospheric pressure [40, 43]. Since Neptune's orbit has a low eccentricity (0.0097), Triton's seasonal cycles – each lasting approximately 40 Earth years – are determined solely by the tilt of the planet's rotational axis relative to the Sun.

Studies of the atmosphere using the stellar occultation method [24] between 1989 and 2022 have revealed complex behavior within this system. While the "Voyager 2" flyby in 1989 recorded a near-surface pressure of 14–16 μbar (1.4–1.6 Pa), observations made between 1995 and 1997 showed a rapid, nearly twofold increase in pressure, reaching 23 μbar. This rise was interpreted as a consequence of an extreme

southern summer solstice in 2000, when the subsolar latitude reached a maximum of 50°, triggering the massive sublimation of nitrogen ices.

However, high-precision observations of an occultation on October 5, 2017 – utilizing data from the "Gaia" space telescope – along with subsequent measurements on October 6, 2022, revealed an unexpected drop in pressure. In 2017, the pressure at a radius of 1400 km was 1.18 ± 0.03 μbar (equivalent to a surface pressure of 14.1 ± 0.4 μbar). Observations in 2022 yielded nearly identical results: 1.211 ± 0.039 μbar at a radius of 1400 km, corresponding to a surface pressure of 14.54 ± 0.47 μbar. This sudden return of pressure to levels observed in 1989 contradicts most current Volatile Transport Models, which predicted a gradual and sustained decline in pressure after 2010–2015 as the northern hemisphere approached the winter solstice. This discrepancy points to the existence of complex near-surface processes, such as:

1) A local ice-albedo feedback effect: Thin, seasonally freezing nitrogen ices in Triton's equatorial regions sharply increase the local albedo, thereby reducing the absorption of solar energy and inhibiting sublimation [8, 28, 29, 33, 34, 48].

2) Formation of transparent nitrogen glazes: Freshly deposited nitrogen frost may undergo metamorphism over the course of the season, transforming into a transparent icy "glass" that can alter the thermal balance deep within this layer through the optical refraction of light.

The anomalous ionosphere and its chemical mechanisms. One of the primary physical mysteries of Triton is its exceptionally dense ionosphere [26]. According to radio occultation data, the peak concentration of free electrons reaches $46 \cdot 10^9$ m^{-3} at an altitude of 340 km. At this distance from the Sun, standard solar ultraviolet radiation is capable of generating an ionosphere with a concentration three orders of magnitude lower than what has been measured. To explain this anomaly, a model of magnetospheric interaction has been developed [31, 41]. Since Neptune possesses a magnetic field that is both highly inclined and offset from the planet's center, Triton – as it moves along its orbit – continuously crosses the planet's magnetospheric equator and radiation belts. Energetic magnetospheric electrons (with energies exceeding 10 keV) are focused by magnetic field lines and precipitate into the moon's atmosphere. The total power of this energy deposition is approximately $(1–3) \cdot 10^8$ W.

This electron precipitation triggers a complex chain of ion-molecule reactions. Although molecular nitrogen (N_2^+) is the primary initial ion, rapid charge-exchange processes and reactions with neutral atomic hydrogen – which is produced via the photolysis of methane in the lower troposphere and subsequently diffuses upward – significantly alter this balance.

The principal chemical transformations occurring in Triton's ionosphere are as follows:

1) Primary impact ionization of nitrogen by electrons:

$$N_2 + e^-_{fast} \rightarrow N_2^+ + e^- + e^-_{slow},$$

$$N_2 + e^-_{fast} \rightarrow N^+ + N + 2e^-.$$

2) Reactions with molecular and atomic hydrogen (the primary loss mechanism for N^+ ions at altitudes up to 600 km):

$$N^+ + H_2 \rightarrow NH^+ + H,$$

$$NH^+ + e^- \rightarrow N + H.$$

3) Processes involving carbon monoxide (CO) and the formation of the HCO^+ ion, which dominates in the so-called E-region of the ionosphere at altitudes from 150 to 240 km:

$$N_2^+ + CO \rightarrow N_2 + CO^+,$$

$$CO^+ + H_2 \rightarrow HCO^+ + H.$$

4) Processes involving carbon and the formation of the C^+ ion, which becomes the dominant component in the F-region at altitudes above 240 km (with a maximum at an altitude of 320 km):

$$N_2^+ + C \rightarrow N_2 + C^+.$$

Triton's ionosphere lies at the transition boundary between photochemical control and diffusive transport; here, N^+ and C^+ ions effectively evade rapid recombination and begin to diffuse upward, forming an extended plasma mantle. The loss of ions into space amounts to approximately 7.9×10^{24} ions/s. These ions enter Neptune's magnetosphere, forming a giant plasma torus along the moon's orbit.

Astrobiology of Triton. In the context of contemporary research into life beyond Earth, Triton stands out as one of the most intriguing and promising targets. The traditional view of the habitable zone – based solely on distance from the central star and the potential for liquid water on the surface – has been superseded by a broader understanding of "dynamic habitability." Subsurface oceans on icy worlds (such as Europa [12, 44, 45], Enceladus, and Triton [1, 3, 4, 9]) extend potential biospheres well beyond the "snow line."

The conditions for the emergence and sustenance of life on Triton are defined by three primary astrobiological criteria:

1) The presence of a liquid medium (a water reservoir): Triton's deep subsurface ocean, stabilized by dissolved ammonia, serves as a persistent liquid environment. The presence of ammonia (NH_3) and salts creates a highly ionized solution. Despite low operating temperatures (around -97°C), such a solution ensures the preservation of the liquid phase over billions of years, which is critical for the stability of potential biological systems.

2) Presence of biophilic elements: Triton is exceptionally rich in atomic carbon, hydrogen, nitrogen, and oxygen. Photochemical processes in its atmosphere, driven by solar UV radiation, lead to the formation of large quantities of complex organic nitriles – primarily hydrogen cyanide (HCN) – which serve as fundamental prebiotic building blocks [25, 47] for the synthesis of amino acids and nucleotides. A continuous flux of these substances settles onto the surface, from where they can be transported into the

icy crust – and eventually reach the ocean – via systems of tectonic fractures and cryoturbation.

3) Sources of metabolic energy: Since sunlight cannot penetrate the thick icy crust, the metabolic activity of potential microorganisms within Triton's ocean must rely on chemolithoautotrophy. The direct contact between the liquid ocean and the silicate core creates significant potential for hydrothermal activity. Redox gradients can be maintained through reactions between reduced compounds (such as molecular hydrogen, H_2, and hydrogen sulfide, H_2S – released during the serpentinization of core rocks) and oxidized radicals formed via the radiolysis of surface ices and subsequently transported downward.

Nevertheless, there are significant constraints on the development of life within Triton's ocean. The extremely low temperature of the solution (approximately 176 K) [7, 10, 20, 21] drastically slows down the kinetics of all chemical reactions and the diffusion of molecules, which may impose strict limits on the rates of replication and metabolism. At such temperatures, the viscosity of water-ammonia solutions increases, significantly hindering the transport of nutrients across semipermeable membranes.

To overcome these limitations, potential microorganisms would require unique adaptive mechanisms – such as membranes with a high content of polyunsaturated fatty acids to maintain fluidity, and specialized enzymes known as "cryoenzymes." Some researchers have hypothesized the existence of alternative life forms on Triton, such as silicon-nitrogen-based systems within cold ammonia-rich environments; however, the chemical properties of such systems under these extreme conditions remain poorly understood.

Future missions to Triton. To address several fundamental questions, various mission concepts have been developed for the Neptune system and Triton. These proposals offer diverse approaches – ranging from rapid, relatively low-cost flyby probes to complex orbital systems equipped with landers.

Comparative analysis of mission concepts: Trident: This concept [18] proposed a high-speed flyby of Triton in 2038 to conduct global mapping, investigate active geysers, and measure the ionosphere using a plasma spectrometer and a magnetometer. A key advantage of the project was the utilization of a rare Jupiter-encounter window (which occurs once every 13 years) to perform a gravity assist, thereby reducing the transit time to Neptune. Although the mission was highly regarded by the scientific community, it was not selected by NASA during the final evaluation in 2021.

Triton Ocean World Surveyor: This project involves the launch of an orbiter in 2031 using a Falcon Heavy launch vehicle. Following a 16-year transit – which includes gravity-assist maneuvers near Mars and Jupiter – the probe will enter a highly eccentric orbit around Neptune in 2047. The program entails 35 to 45 close flybys of Triton over a period of 2–3 years, concluding with the safe disposal of the spacecraft in Neptune's atmosphere. The scientific payload is based on proven instruments from the "New Horizons" mission and includes the LORRI camera, the Alice and Ralph spectrometers, the INMS mass spectrometer, and the PIMS plasma instrument.

Neptune Odyssey: This comprehensive project is being developed as a major strategic mission [19]. Launch is planned for 2033 aboard the Space Launch System (SLS) super-heavy-lift rocket. The spacecraft will consist of a heavy Neptune orbiter, an atmospheric probe designed to be deployed into the gas giant's atmosphere, and a separate module dedicated to the exploration of the moon Triton. During its four-year scientific phase, "Odyssey" will perform at least 46 close flybys of Triton, enabling a comprehensive study of the Neptune system.

Table 1 outlines the scientific instruments planned for these prospective probes, along with their specific objectives regarding Triton.

Table 1. Scientific payload of prospective missions to Triton

Instrument	Heritage	Primary Functional Purpose	Key Objectives at Triton
LORRI / LAC Narrow-Angle Camera	New Horizons	High-resolution optical imaging in the visible range (resolution up to 100 m).	Mapping the "dark" side of Triton illuminated by "Neptune-shine," detecting new geysers, and assessing crater density.
Ralph / LEIA Multispectral Spectrometer	New Horizons	Mapping of surface composition in the near-infrared range (1.0–5.0 μm).	Determining the local distribution of N_2, H_2O, CO_2, and CH4 ices, as well as complex organic tholins.
Alice UV Spectrograph	New Horizons	Spectroscopy in the far and extreme ultraviolet (via stellar and solar occultations).	Measuring vertical profiles of atmospheric density, pressure, and temperature, and searching for traces of nitriles and noble gases.
INM Ion and Neutral Mass Spectrometer	Caini	Direct mass-spectrometric analysis of the gaseous environment and dust.	Directly measuring the chemical composition of cryovolcanic plumes and the upper atmosphere during close flybys.
PIM Plasma Instrument	Europa Clipper	Measurement of low-energy plasma parameters, ions, and electrons.	Investigating the dynamics of Triton's ionosphere and its interaction with the co-rotating plasma within Neptune's magnetosphere.
Boom-Mounted Fluxgate Magnetometer	Galileo / Europa Clipper	Measurement of the three-dimensional vector of the local magnetic field.	Detecting an induced magnetic field indicative of a subsurface ocean and estimating its salinity.
Gravity and Radio Science Suite	Spacecraft Telemetry / HGA	High-precision measurement of the Doppler shift of a radio signal.	Determining the gravitational harmonics J_2 and J_4, assessing the degree of internal differentiation, and detecting tidal deformations of the crust.

Conducting electromagnetic induction sounding. The primary method for directly confirming the existence of an ocean beneath Triton's crust is the measurement of an induced magnetic field. As Triton moves through Neptune's magnetosphere, it is subjected to the planet's varying background magnetic field. The variation of this field, within the moon's reference frame, is described by two main harmonics:

Neptune's synodic rotation frequency (ω_{syn}): This has a period T_{syn} = 14.4 hours, resulting from the planet's rapid rotation and the inclination of its magnetic axis.

Triton's orbital frequency (ω_{orb}): This has a period T_{orb} = 141 hours, associated with the moon's motion along an inclined, retrograde orbit.

The propagation of an electromagnetic wave through a conductive medium is described by the Helmholtz equation, involving a complex wavenumber k_i for each layer:

$$k_i^2 = -i\omega\mu_0\sigma_i,$$

Where ω – is the oscillation frequency of the magnetic field, μ_0 the magnetic constant, and σ_i is the electrical conductivity of the corresponding layer of the satellite.

The penetration depth of an alternating field (the skin layer thickness δ) is defined as:

$$\delta = \sqrt{\frac{2}{\omega\mu_0\sigma}}.$$

Triton’s ionosphere possesses a very high integrated conductivity (exceeding 10^4 S), which poses a significant challenge for sounding. The short-period wave associated with Neptune’s synodic frequency (T_{syn} = 14.4^h, corresponding to a high frequency ω_{syn}) has a shallow penetration depth. It is almost entirely screened and reflected by the ionosphere, generating a strong ionospheric induction response that masks any signals originating from greater depths.

In contrast, the long-period orbital wave (T_{orb} = 141^h, low frequency ω_{orb}) easily traverses the ionospheric barrier. Its "skin depth" δ is significantly greater than the thickness of the ionosphere, allowing the magnetic field to penetrate freely deep beneath the ice. If a highly conductive, salty subsurface ocean exists beneath Triton’s crust, induced currents will be generated within it, creating a secondary magnetic field. Detecting this induced magnetic response at the 141-hour period using magnetometers on future missions would provide definitive proof of the ocean's existence, while also allowing for the determination of its thickness and salinity.

Conclusions. Neptune’s moon Triton is a unique object within the Solar System. It combines many characteristics typical of dwarf planets in the Kuiper Belt with geophysical and climatic dynamic features resulting from its gravitational capture by Neptune. Its retrograde orbit and history of tidal heating have led to the complete differentiation of the moon's interior, creating conditions for the existence of a global subsurface water-ammonia ocean. This ocean is in direct contact with Triton’s metal-silicate core.

Triton exhibits a so-called "cantaloupe terrain" [22] – formed by mechanical stress and the highly selective sublimation of ices – as well as active cryovolcanic geysers [37, 38, 50, 51] and very young lava lakes. All of this indicates that Triton remains one of the most energetically active bodies in our Solar System. Recent spectroscopic observations using the James Webb Space Telescope [2] have refined our understanding of the chemical composition of its crust, clearly linking Triton to the global classification system for trans-Neptunian objects.

An analysis of Triton from an astrobiological perspective suggests the presence of significant prerequisites for supporting potential life forms. These include a stable liquid environment, a continuous supply of complex prebiotic organic compounds from the moon's atmosphere, and a reliable energy base in the form of chemolithoautotrophic reactions on the ocean floor.

To unlock many of Triton's mysteries, it is essential to carry out specialized space missions that enter orbit around Neptune. Such initiatives include the “Triton Ocean World Surveyor” and missions similar to “Neptune Odyssey”. The period leading up to 2040–2050 is critically important for the execution of these missions. This is because the subsequent change of seasons on Triton will cause its currently active southern polar cap to gradually descend into a long polar night, making it impossible to observe many dynamic processes for the next century.

References

1. Agnor C.B., Hamilton D.P. (2006) Neptune's capture of its moon Triton in a binary-planet gravitational encounter. Nature. 441(7090), p. 192–194. https://doi.org/10.1038/nature04792
2. Belyakov A. (2025) Spectral analysis of Neptune' irregular satellite using the James Webb Space Telescope. Science Advance. 11(20), Article e202502818. http://doi.org/10.1126/ciadv.202502818
3. Bertrand T., Forget F., Lellouch E., Pilorz S. (2024) How obliquity has differently shaped Pluto's and Triton's landscapes and climates. Proceedings of the National Academy of Sciences. 121(15), e2408226121. https://doi.org/10.1073/pnas.2408226121
4. Bertrand T., Lellouch E., Holler B.J., et al. (2022) Volatile transport modeling on Triton. Icarus. 373, 114764. https://doi.org/10.1016/j.icarus.2021.114764
5. Brown R.H., Kirk R.L., Johnson T.V., Soderblom L.A. (1990) Energy sources for Triton's geyser-like plumes. Science. 250(4979), p. 431-435. https://doi.org/10.1126/science.250.4979.431
6. Elliot J.L., Person M.J., McDonald S.W., et al. (2000) The prediction and observation of the 1997 July 18 stellar occultation by Triton: More evidence for distortion and increasing pressure in Triton's atmosphere. Icarus. 148(2), p. 347–369. https://doi.org/10.1006/icar.2000.6493
7. Gaeman J., Hier-Majumder S., Roberts J.H. (2012) Sustainability of a subsurface ocean within Triton's interior. Icarus. 220(2), p. 339–347. https://doi.org/10.1016/j.icarus.2012.05.006

8. 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
9. Hammond N.P., Collins G.C. (2024) Triton's Captured Youth: Tidal Heating Kept Triton Warm and Active for Billions of Years. The Planetary Science Journal. 5(9), p. 200. https://doi.org/10.3847/PSJ/ad6744
10. Hussmann H., Sohl F., Spohn T. (2006) Subsurface oceans and deep interiors of medium-sized outer planet satellites and large trans-neptunian objects. Icarus. 185(1), p. 258-273. https://doi.org/10.1016/j.icarus.2006.06.005
11. Kirk R.L., Brown, R.H., Soderblom L.A. (1995) Subsurface energy storage and transport for solar-powered geysers on Triton. Journal of Geophysical Research: Planets. 100(E9), p. 18889-18901. https://doi.org/10.1029/95JE01994
12. Klyanchin A.I., Vidmachenko A.P., Morozhenko A.V., et al. (2011) The asymmetry of the reflective properties of hemispheres of the Jovian satellite Europa. 13 International scientific conference Astronomical School of Young Scientists, May 12–14, 2011. The program and abstracts. Chernigiv, Ukraine. P. 29-30.
13. Lellouch E., de Bergh C., Sicardy B., et al. (2010) Detection of CO in Triton's atmosphere and the nature of e-atmosphere interactions. Astronomy & Astrophysics. 512, L8. https://doi.org/10.1051/0004-6361/201014339
14. Marques Oliveira J., Sicardy B., Gomes-Júnior A.R., et al. (2022) Constraints on the structure and seasonal variations of Triton's atmosphere from the 5 October 2017 stellar occultation and previous observations. Astronomy & Astrophysics. 659, A136. https://doi.org/10.1051/0004-6361/202141443
15. Neveu M., Desch S.J., Castillo-Rogez J.C. (2015) Prerequisites for explosive cryovolcanism on dwarf planet-class Kuiper belt objects. Icarus. 246, p. 48-64. https://doi.org/10.1016/j.icarus.2014.03.043
16. Nimmo F., Spencer J.R. (2015) Powering Triton's recent geological activity by obliquity tides: Implications for Pluto geology. Icarus. 246, p. 2-10. https://doi.org/10.1016/j.icarus.2014.01.044
17. Olkin C.B., Elliot J.L., Hammel H.B., et al. (1997) The thermal structure of Triton's atmosphere: Results from the 1993 and 1995 occultations. Icarus. 129(1), p. 178–201. https://doi.org/10.1006/icar.1997.5762
18. Prockter L. M., Mitchell K. L., Frazier W. E., et al. (2019) Trident: A Discovery-class mission to Neptune's moon Triton. 50th Lunar and Planetary Science Conference, LPI Contrib. No. 2132, 3188.
19. 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.
20. 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

21. Schenk P.M., Beddingfield C.B., Bertrand T., et al. (2021) Triton: Topography and Geology of a Probable Ocean World with Comparison to Pluto and Charon. Remote Sens. 13, 3476. https://doi.org/10.3390/rs13173476
22. Sebree J. A., Roach M. C., Shipley J. R., He C. (2022). Triton haze analogs: Near-infrared spectroscopy of organics formed in nitrogen-rich atmospheres with trace carbon monoxide and methane. Journal of Geophysical Research: Planets, 127(4), e2021JE007130. https://doi.org/10.1029/2021JE007130
23. Schenk P., Beddingfield C., Bertrand T., et al. (2021) Triton: Topography and Geology of a Probable Ocean World with Comparison to Pluto and Charon. Remote Sensing. 13(17), 3476. https://doi.org/10.3390/rs13173476
24. 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
25. Steklov A.F., Vidmachenko A.P. (2019) In What Places and What Exactly Can be the" Traces" of Life on Mars? Ninth International Conference on Mars, Pasadena, California, Jul 22-25, 2019, LPI Contrib. No. 2089, 6007.
26. Strobel D. F., Cheng A. F., Summer, M. E., Strickland D. J. (1990) Magnetospheric interaction with Triton' ionosphere. Geophysical Research Letters. 17(10), p. 1729–1732. http://doi.org/10.1029/GL017i010p01729
27. Tyler G. L., Sweetnam D. N., Anderson J. D., et al. (1989) Voyager radio science observations of Neptune and Triton. Science. 246(4936), p. 1466–1473. https://doi.org/10.1126/science.246.4936.1466
28. Vid'Machenko A.P. (1987) The appearance of seasonal variations in Saturn's atmosphere. Kinematika i Fizika Nebesnykh Tel. 3(6), p. 10-12.
29. 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.
30. Vid'Machenko A.P., Morozhenko A.V., Klyanchin A. (2011) Features of morphology and geology of surface of Jupiter satellite Europe. Features of morphology and geology of surface of Jupiter satellite Europe. Astronomical School's Report. 7(1), p. 117-132.
31. Vidmachenko A.P. (2012) Magnetic field of planets, satellites and asteroids. Astronomical School's Report. 8(1), p. 136-148.
32. Vidmachenko A.P. (2015) Dwarf planets (to the 10th anniversary of the introduction of the new class of planets). Astronomical almanac. 62, p. 228-249.
33. Vidmachenko A.P. (2015) Seasons on Saturn. 1. Changes in reflecting characteristics of the atmosphere at 1964-2012. Astronomical School's Report. 11(1), p. 1-14.
34. 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.
35. 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.

36. Vidmachenko A.P. (2018) Features of volcanic activity on various bodies of the Solar system. Materials of the International Scientific and Practical Conference "The Objectives of the Sustainable Development of the Third Millennium: Challenges for Universities of Life Sciences", vol. 5, May 23-25, 2018, Kyiv, p.41-42.
37. Vidmachenko A.P. (2018) Features of volcanoes on different Solar system bodies. Astronomical School's Report. 14(1), p. 1-14.
38. Vidmachenko A.P. (2018) Space probe "New Horizons" continues to study the Kuiper belt. Astronomical almanac. 65, p. 227-238.
39. Vidmachenko A.P. (2022) Features of seasonal changes on Pluto. Proceedings of the 8th International scientific and practical conference. Science, innovations and education: problems and prospects. (March 9-11, 2022). Chapter 17. CPN Publishing Group. Tokyo, Japan. P. 108-116.
40. Vidmachenko A.P. (2025) The history of the discovery and study of Pluto's atmosphere. Proceedings of the XV International Scientific and Practical Conference «Innovative scientific research», January 02-03, 2025, Toronto. Canada. 32 p. P. 4-8. https://doi.org/10.5281/zenodo.14610032
41. Vidmachenko A. P. (2026) Main astronomical, orbital and physical characteristics of Neptune's moon Triton. 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. https://doi.org/10.70286/eoss-24.08.2026.011.225-235.
42. Vidmachenko A. P. (2026) The atmosphere of Neptune's moon Triton and its seasonal changes. 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. P. 245-255.
43. Vidmachenko A.P. (2026) Geophysical, gravitational, and magnetic data on Neptune's moon Triton. Collection of Scientific Papers with the Proceedings of the 9th International Scientific and Practical Conference "Global Directions in Scientific Research and Technological Development" (September 7-9, 2026, Valencia, Spain). European Open Science Space. P. 245-255.
44. Vidmachenko A.P., Morozhenko A.V., Klyanchin A., et al. (2011) Asymmetry of reflective properties of the hemispheres of Jupiter satellite Europa. Astronomical School's Report. 7(1), p. 133-144.
45. Vidmachenko A.P., Morozhenko A.V., Klyanchyn A.I. (2011) The morphology and geology of the surface features of Jupiter's satellite Europa. 13 International scientific conference Astronomical School of Young Scientists, May 12–14, 2011. The program and abstracts. Chernigiv, Ukraine. P. 15-16.
46. 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.
47. Vidmachenko A.P., Steklov A.F. (2017) Where else might be life in the Solar system? 19 International scientific conference Astronomical School of Young

Scientists. May 24–25 2017. The program and abstracts. Bila Tserkva, Ukraine. P. 21-23.
48. Vidmachenko A.P., Steklov A.F. (2022) Manifestations of seasonal changes on Saturn's moon Titan. Proceedings of the 9th International scientific and practical conference. Innovations and prospects of world science. (April 28-30, 2022). Chapter 59. Perfect Publishing. Vancouver, Canada. P. 354-364.
49. 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.
50. Vidmachenko A.P., Steklov A.F. (2023) Physical characteristics of natural satellites of planets. Kyiv: NULES of Ukraine. – 198 p.

DOI 10.70286/EOSS-26.10.2026.018.378-380

КОЛИ ZERO-SHOT ВИГРАЄ: ЗАЛЕЖНІСТЬ ТОЧНОСТІ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗУВАННЯ ЧАСОВИХ РЯДІВ ВІД СТРУКТУРИ ДАНИХ

Сіра Оксана Володимирівна
доктор технічних наук, професор
Дегтяренко Костянтин Володимирович
здобувач вищої освіти магістерського рівня
Кафедра комп'ютерної математики і аналізу даних
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», Україна

Актуальність. Фундаментальні моделі часових рядів (TimesFM, Chronos, Moirai, Toto) змінюють практику прогнозування: вони попередньо навчаються на великих різнорідних корпусах і застосовуються до нових рядів без донавчання (zero-shot) [2, 3]. У 2026 р. з'явилася TimesFM-3 із нативною підтримкою багатовимірних рядів [4], а оцінювання моделей перейшло на бенчмарки на кшталт GIFT-Eval [5]. Водночас більшість порівнянь подає лише агрегований рейтинг і не пояснює, для яких саме рядів zero-shot підхід виправданий, а для яких класичні ETS та ARIMA не гірші. Для практики важливе не «найкраща модель взагалі», а правило вибору моделі за властивостями даних та витратами.

Мета і гіпотези. Мета – визначити умови, за яких zero-shot прогнозування точніше за класичні моделі, і сформувати правило вибору. H1: різниця точності залежить від сили сезонності, переривчастості та довжини історії ряду. H2: комбінація прогнозів $\hat{y} = w \cdot \hat{y}_{FM} + (1 - w) \cdot \hat{y}_{ETS}$ не поступається кращому з

компонентів. H3: існує критична кількість рядів N*, починаючи з якої zero-shot підхід вигідніший за сумарним часом обчислень.

Методика. Дослідження виконується у два етапи: попередній (5 наборів, завершено) та розширений (не менше 15 наборів репозиторію Monash [1]). Порівнюються Seasonal Naive (еталон), AutoETS, AutoARIMA, AutoTheta [9] та zero-shot моделі TimesFM і Chronos із зафіксованими версією і довжиною контексту. Основна метрика – MASE [6]; для ймовірнісних прогнозів – зважена квантильна втрата. Агрегування – середнє геометричне відносно Seasonal Naive. Значущість перевіряється тестом Фрідмана з post-hoc Неменьї [7], парним тестом Вілкоксона та bootstrap-інтервалами по рядах; окремо перевіряється перетин претренувальних і тестових даних.

Структуру ряду описують сила сезонності за STL-розкладом, ознаки переривчастості ADI та CV^2 [8] і довжина n:

$$F_S = \max(0,\ 1 - \mathrm{Var}(R_t) / \mathrm{Var}(S_t + R_t)),$$

$$\log(\mathrm{MASE_FM} / \mathrm{MASE_ETS}) = \beta_0 + \beta^T x + \varepsilon.$$

Залежність оцінюється регресією та деревом рішень. Витрати моделюються як

$$T_{кл}(N) = N \cdot \tau_c \text{ і } T_{FM}(N) = \tau_0 + N \cdot \tau_f,$$

Звідки

$N^* = \tau_0 / (\tau_c - \tau_f)$ за умови $\tau_c > \tau_f$; величини τ вимірюються експериментально.

Попередні результати. На п’яти наборах (Car Parts, CIF 2016, Hospital, KDD, Electricity Weekly) TimesFM має найменше середнє арифметичне MASE, проте висновок виявляється нестійким (таблиця).

Таблиця 1. Порівняння агрегованих показників точності моделей

Показник	**ETS**	**ARIMA**	**TimesFM**	**Примітка**
Середнє арифметичне MASE	1,169	1,100	1,034	Як у первинному аналізі
Середнє геометричне MASE	1,102	1,033	1,008	Стійкіше до викидів
Медіана MASE	0,925	0,926	0,924	Практично однакова
Середній ранг / перемоги	1,8 / 2	2,4 / 1	1,8 / 2	Рівність ETS і TimesFM
Середнє без набору KDD	1,014	0,880	0,952	Найкраща – ARIMA

Джерело: розраховано авторами за відкритими benchmark-результатами Monash Time Series Forecasting Repository [1].

За геометричним середнім перевага TimesFM складає 8,5 % над ETS і 2,4 % над ARIMA (за арифметичним – 11,6 % і 6,1 %); медіани майже збігаються; без набору KDD найкращою стає ARIMA. Усі середні MASE близькі до 1, тобто моделі в середньому лише ненабагато кращі за сезонний наївний прогноз. Попередньо TimesFM найкраща на Car Parts і KDD, найгірша на CIF 2016 (1,261), а ARIMA – на Electricity Weekly. Імовірні пояснення (переривчастий попит,

короткі ряди, можливий витік даних) є гіпотезами розширеного етапу. На п’яти наборах значущість відмінностей перевірити неможливо, що й обґрунтовує розширення вибірки.

Практичне застосування. Результатом буде правило вибору «класична модель – zero-shot – ансамбль» за ознаками ряду та кількістю рядів. Його можна застосувати для:

– енергетики: прогноз навантаження для тисяч лічильників і підстанцій, холодний старт для нових споживачів без історії;

– торгівлі та сервісного обслуговування: переривчастий попит на запчастини й товари довгого хвоста (клас задач Car Parts);

– охорони здоров’я: планування ресурсів лікарень (клас задач Hospital);

– екологічного моніторингу та IoT: прогноз показників великої кількості датчиків і станцій (клас задач KDD).

Висновок. Фундаментальні моделі не є універсальною заміною ETS та ARIMA: їхня перевага залежить від структури даних і навіть на попередній вибірці не є статистично підтвердженою. Запропонована методика, що поєднує статистичну перевірку, аналіз ознак рядів, ансамблювання та модель витрат, дозволяє перетворити порівняння моделей на обґрунтоване правило вибору.

Ключові слова: часові ряди, zero-shot прогнозування, фундаментальні моделі, TimesFM, ETS, ARIMA, MASE, статистичне порівняння.

Список використаних джерел

1. Godahewa R., Bergmeir C., Webb G. I., Hyndman R. J., Montero-Manso P. Monash Time Series Forecasting Archive. NeurIPS Datasets and Benchmarks, 2021.
2. Das A., Kong W., Sen R., Zhou Y. A Decoder-only Foundation Model for Time-Series Forecasting. ICML, 2024.
3. Ansari A. F. et al. Chronos: Learning the Language of Time Series. 2024.
4. Jain A., Sen R. TimesFM-3: A Zero-Shot Foundation Model for Multivariate Forecasting. Google Research Blog, 31.08.2026. URL: research.google/blog/timesfm-3-a-zero-shot-foundation-model-for-multivariate-forecasting/
5. Aksu T. et al. GIFT-Eval: A Benchmark for General Time Series Forecasting Model Evaluation. arXiv:2410.10393, 2024.
6. Hyndman R. J., Koehler A. B. Another look at measures of forecast accuracy. International Journal of Forecasting, 2006, 22(4), 679–688.
7. Demšar J. Statistical comparisons of classifiers over multiple data sets. Journal of Machine Learning Research, 2006, 7, 1–30.
8. Syntetos A. A., Boylan J. E. The accuracy of intermittent demand estimates. International Journal of Forecasting, 2005, 21(2), 303–314.
9. Hyndman R. J., Athanasopoulos G. Forecasting: Principles and Practice. 3rd ed. OTexts, 2021.

МОДИФІКОВАНА МОДЕЛЬ ЛАНЧЕСТЕРА ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ УДАРНИХ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ НА СПІВВІДНОШЕННЯ СИЛ У ТАКТИЧНОМУ БОЮ

Білаш Оксана
к. е. н., доцент
Сорокатий Микола
к. ф.-м. н., доцент
Войтович Микола
к. ф.-м. н., доцент
Нагорний Максим
старший викладач
Національна академія сухопутних військ
імені гетьмана Петра Сагайдачного
м. Львів, Україна

Анотація. У статті запропоновано модифікацію квадратичного закону Ланчестера, яка враховує постійний потік уражень, що їх завдають ударні безпілотні авіаційні комплекси. Отримано аналітичний розв'язок моделі та показано, що дія безпілотників еквівалентна збільшенню чисельності власного угруповання на величину, яку можна виразити явно. Визначено критичну інтенсивність ударів, за якої сторона з меншими силами здатна досягти переваги. Запропоновано показник економічної ефективності різних типів безпілотників в умовах радіоелектронної протидії. Наведено числовий приклад.

Ключові слова: модель Ланчестера, безпілотні авіаційні комплекси, співвідношення сил, радіоелектронна боротьба, математичне моделювання бою, підтримання рішень.

Постановка проблеми. Досвід російсько-української війни засвідчив, що ударні безпілотні авіаційні комплекси (БпАК), насамперед FPV-дрони, перетворилися з допоміжного засобу на один із основних інструментів вогневого ураження на тактичному рівні. За їх допомогою виводиться з ладу значна частка техніки й особового складу противника в смузі до 10–20 км від лінії бойового зіткнення. Водночас застосування БпАК супроводжується активною радіоелектронною протидією: противник розгортає засоби придушення каналів керування й навігації, що різко знижує частку дронів, які досягають цілі.

За таких умов командир і штаб постійно змушені відповідати на практичні запитання. Скільки ударних дронів на годину потрібно, щоб угруповання з меншою чисельністю втримало позиції? Що вигідніше за обмеженого бюджету – закупити більше дешевих радіокерованих засобів чи менше дорожчих, стійких до РЕБ? Наскільки зміниться тривалість бою та рівень власних втрат, якщо інтенсивність ударів зросте вдвічі? Ці рішення сьогодні часто ухвалюються на підставі досвіду та

інтуїції посадових осіб, що в умовах швидкої зміни тактики противника не завжди дає прийнятний результат. Тому актуальною залишається задача побудови простих аналітичних моделей, які не потребують складного програмного забезпечення, допускають розрахунок «вручну» або в електронній таблиці і водночас коректно відображають основні закономірності бою із застосуванням безпілотних систем.

Класичні моделі Ланчестера, які впродовж століття використовуються в дослідженні операцій для аналізу динаміки бою, не містять окремого опису засобів, що завдають ураження, не перебуваючи у безпосередньому вогневому контакті і не зазнаючи при цьому втрат від прицільного вогню противника. Сучасні узагальнення цих моделей розглядають переважно нерегулярні бойові дії та сальвові удари [3], проте не пропонують простого інструмента, придатного для оперативних розрахунків у штабі з урахуванням специфіки безпілотних систем. Потреба в такому інструменті узгоджується із Законом України «Про національну безпеку України» [1] та Стратегією воєнної безпеки [2], де пріоритетом визначено розвиток спроможностей, що дають змогу компенсувати кількісну перевагу противника якісними та технологічними чинниками.

Мета дослідження. Розроблення модифікованої моделі Ланчестера, що враховує вплив ударних БпАК, отримання її аналітичного розв'язку, визначення критичної інтенсивності ударів, необхідної для досягнення переваги, і показника для порівняння різних типів безпілотників за економічною ефективністю в умовах радіоелектронної протидії.

Результати дослідження та їх обговорення. Розглянемо бій двох угруповань: власного чисельністю $X(t)$ і противника чисельністю $Y(t)$, де t – час, год. Чисельність вимірюємо в умовних бойових одиницях (наприклад, відділення або одиниця броньованої техніки з екіпажем). Як і в класичній моделі, вважаємо, що кожна сторона веде прицільний вогонь, а інтенсивність втрат пропорційна чисельності сторони, яка веде вогонь. Коефіцієнти a і b (1/год) характеризують середню кількість одиниць, що їх виводить з ладу одна одиниця противника та власних сил відповідно за одиницю часу.

Відмінність запропонованої моделі полягає в тому, що власне угруповання має підрозділ ударних БпАК, розрахунки якого розміщені на відстані, що виключає їх ураження прицільним вогнем противника. Цей підрозділ завдає противнику втрат із постійною інтенсивністю R (од./год), яка не залежить від поточної чисельності сторін. Тоді динаміку бою описує система рівнянь

$$dX/dt = -aY, \quad dY/dt = -bX - R, \tag{1}$$

з початковими умовами $X(0) = X_0$, $Y(0) = Y_0$. Інтенсивність ударів визначається співвідношенням

$$R = \lambda \cdot q \cdot p \cdot \nu, \tag{2}$$

де λ – кількість вильотів ударних дронів за годину; q – імовірність того, що дрон подолає зону радіоелектронної протидії і збереже керування до цілі; p – умовна імовірність ураження цілі за умови, що дрон до неї долетів; ν – середня кількість бойових одиниць, що виводяться з ладу одним успішним ураженням (для одиночних цілей $\nu \approx 1$).

Усі складові виразу (2) піддаються оцінюванню за даними, які штаби фактично накопичують у ході бойових дій. Кількість вильотів λ визначається кількістю розрахунків, запасом засобів і тривалістю “вікон” для польотів. Імовірність q оцінюється як частка вильотів, у яких відеосигнал і керування зберігались до виходу на ціль, а імовірність p – як частка підтверджених уражень серед вильотів, що дійшли до цілі. Коефіцієнти a і b можна наближено визначити за статистикою втрат у попередніх боях подібного характеру, як це запропоновано в класичних роботах з ідентифікації ланчестерівських моделей.

Систему (1) зручно аналізувати за допомогою заміни змінної. Введемо величину

$$Z(t) = X(t) + R/b. \tag{3}$$

Оскільки R і b сталі, маємо $dZ/dt = dX/dt = -aY$, а друге рівняння системи (1) набуває вигляду $dY/dt = -bZ$. Отже, у змінних (Z, Y) система повністю збігається з класичною моделлю Ланчестера для прицільного вогню, для якої виконується квадратичний закон:

$$bZ^2(t) - aY^2(t) = b(X_0 + R/b)^2 - aY_0^2 = \text{const}. \tag{4}$$

Із виразу (3) випливає змістовна інтерпретація: дія ударних БпАК у межах цієї моделі рівнозначна збільшенню чисельності власного угруповання на

$$\Delta X_{\text{екв}} = R/b \tag{5}$$

еквівалентних бойових одиниць. Важливо, що цей “приріст” тим більший, чим нижча вогнева ефективність власних наземних підрозділів b. Тобто безпілотники дають найбільший відносний виграш саме тій стороні, яка поступається противнику за якістю або кількістю засобів прямого вогню.

Розв’язок системи (1) при $\gamma = \sqrt{(ab)}$ має вигляд

$$Y(t) = Y_0 \operatorname{ch} \gamma t - ((bX_0 + R)/\gamma) \operatorname{sh} \gamma t, \tag{6}$$

$$X(t) = (X_0 + R/b) \operatorname{ch} \gamma t - \sqrt{(a/b)} \cdot Y_0 \operatorname{sh} \gamma t - R/b. \tag{7}$$

Бій завершується перемогою власних сил, якщо Y(t) досягає нуля раніше, ніж X(t). У момент $Y = 0$ з (4) маємо $Z_{\text{кін}}^2 = (X_0 + R/b)^2 - (a/b)Y_0^2$, а залишкова чисельність власних сил становить $X_{\text{кін}} = Z_{\text{кін}} - R/b$. Умова $X_{\text{кін}} > 0$ після нескладних перетворень зводиться до нерівності $X_0^2 + 2X_0R/b > (a/b)Y_0^2$, звідки отримуємо критичну інтенсивність ударів:

$$R^* = (aY_0^2 - bX_0^2) / (2X_0). \tag{8}$$

Якщо $bX_0^2 \geq aY_0^2$, власне угруповання має перевагу й без безпілотників і $R^* \leq 0$. Інакше значення R^* показує мінімальну інтенсивність уражень, за якої сторона з меншою “ланчестерівською силою” все ж утримує перевагу. На практиці доцільно планувати інтенсивність ударів із запасом щодо R^*, оскільки поблизу критичного значення результат бою дуже чутливий до випадкових коливань, зокрема до погодних умов і змін в організації РЕБ противника.

Запропонована модель має обмеження, які необхідно враховувати під час її застосування. По-перше, вона детермінована і описує середню динаміку, тому для малих угруповань доцільно доповнювати її стохастичним моделюванням. По-друге, інтенсивність R вважається сталою, тоді як на практиці вона змінюється залежно від погодних умов, часу доби та дій противника щодо пошуку й ураження розрахунків БпАК. По-третє, модель не враховує зниження

інтенсивності ударів унаслідок втрат серед операторів і пунктів керування БпАК, а також ефекту насичення, коли кількість доступних для ураження цілей обмежена. Ці чинники можна врахувати, замінивши сталу R функцією від чисельності противника, проте тоді аналітичний розв'язок у замкненій формі, як правило, отримати не вдається, і модель потребує числового розв'язання.

Висновки. Запропонована модифікація моделі Ланчестера дає змогу аналітично оцінити внесок ударних БпАК у результат тактичного бою. Встановлено, що найбільший відносний виграш отримує сторона з нижчою ефективністю засобів прямого вогню. Отримано вирази для критичної інтенсивності ударів, за якої угруповання, що поступається противнику, утримує перевагу.

Список використаних джерел

1. Про національну безпеку України : Закон України від 21.06.2018 № 2469-VIII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2469-19.
2. Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 25 березня 2021 року «Про Стратегію воєнної безпеки України» : Указ Президента України від 25.03.2021 № 121/2021. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/121/2021.
3. Kress, M. Lanchester models for irregular warfare. Mathematics. 2020. 8(5), 737.

УДК 517.382:514.112:004.42

ЗАСТОСУВАННЯ GEOGEBRA ДО ЗНАХОДЖЕННЯ ПЛОЩ ФІГУР ЗА ДОПОМОГОЮ ВИЗНАЧЕНОГО ІНТЕГРАЛА

Шевчук Людмила Володимирівна
к.т.н., доцент
Шлюнь Наталія Володимирівна
д.т.н., професор
Заєць Юлія Олександрівна
к.т.н., доцент
Кафедра вищої математики
Національний транспортний університет, Україна
Шевчук Артем Вадимович
здобувач вищої освіти
Київський національний університет
імені Тараса Шевченка, Україна

Анотація. Розглянуто методику застосування середовища GeoGebra для знаходження площі плоскої фігури за допомогою визначеного інтеграла. Результати отримані в GeoGebra співпадають з аналітичним розв'язанням. Показано, що програма дає можливість перевірити правильність знаходження

меж інтегрування, вибір верхньої і нижньої функцій, а також значення площі. Представлений підхід можна використовувати на практичних заняттях з вищої математики для студентів технічних спеціальностей.

Ключові слова: визначений інтеграл, межі інтегрування, площа фігури, GeoGebra.

Вступ. Сучасний розвиток освіти вимагає активного впровадження цифрових технологій у навчальний процес. Державні стандарти освіти передбачають формування не лише предметних знань, а й використання та застосування їх у нестандартних ситуаціях. Цифрові інструменти та середовища є потужними інструментами для реалізації таких завдань[3, 4].

Зростання доступності цифрових технологій дозволяє використовувати їх у викладанні математики. Починаючи із середини 90-х років одними із таких розробок стали інноваційні засоби Gran1W, Gran2D, Gran3D, проте їхнє застосування не мало системного характеру [1, 2].

Програмне забезпечення GeoGebra було створене у 2002 році М. Хохенватером у межах його магістерської дисертації в Університеті Зальцбурга (Австрія) [1]. На даний час програмний продукт поєднує динамічну геометрію, алгебру, математичний аналіз і статистику, що робить викладання вищої математики більш наочним та практичним.

За допомогою GeoGebra можна виконувати найрізноманітніші завдання: будувати графіки функцій, досліджувати їхні властивості, створювати динамічні креслення для геометрії і стереометрії, обчислювати похідні, інтеграли, розв’язувати рівняння і системи.

Постановка проблеми. Обчислення площ плоских фігур за допомогою визначеного інтеграла належить до базових тем курсу вищої математики. На практичних заняттях розв’язуючи приклади з даної теми студенти часто припускаються помилок не в самому інтегруванні, а на проміжних етапах: при побудові графіків, визначенні між інтегрування, виборі функцій, які обмежують фігуру. Програмне середовище GeoGebra дозволяє виконувати та візуально ілюструвати всі етапи, а також швидко перевірити результати аналітичних обчислень.

Мета роботи полягає у розробці методики використання GeoGebra для знаходження площ фігури за допомогою визначеного інтегралу.

Теоретичний матеріал.

Якщо функція $y = f(x)$ неперервна і невід’ємна на відрізку $[a;b]$, то за означенням визначеного інтеграла, площа криволінійної трапеції, яка обмежена графіком функції $y = f(x)$, прямими $x = a$ і $x = b$ та віссю Ox, обчислюється за формулою Ньютона-Лейбніца:

$$S = \int_a^b f(x)\,dx = F(x)\Big|_a^b = F(b) - F(a). \qquad (1)$$

де $F(x)-$ первісна функції $f(x)$.

Площу фігури, обмеженої кривими $y = f_1(x)$ і $y = f_2(x)$ $(f_1(x) \le f_2(x))$ та прямими $x = a$ і $x = b$ обчислюють за формулою (рис.1):

$$S = \int_a^b (f_2(x) - f_1(x))dx. \quad (2)$$

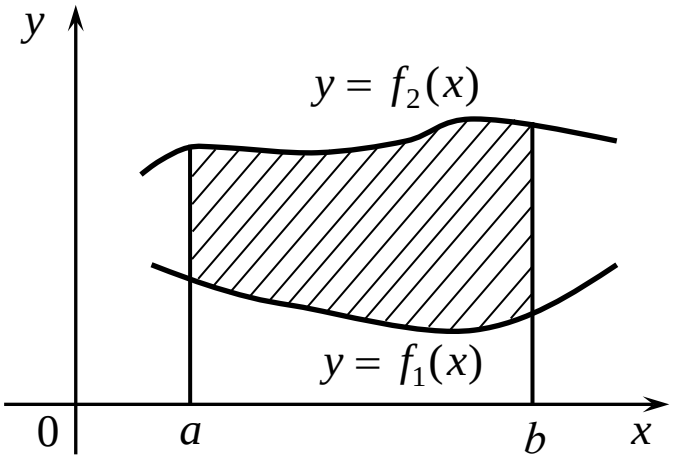


Рис. 1

Межі інтегрування a і b визначають як абсциси точок перетину графіків функцій $y = f_1(x)$ і $y = f_2(x)$, або як корені рівняння $f_1(x) = f_2(x)$.

Для обчислення площі фігури за допомогою програми GeoGebra слід використовувати команди, які наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Команда	**Призначення**
$f(x) = ...$	задання функції
Перетин (f, g)	точки перетину графіків
Інтеграл (f, a, b)	визначений інтеграл (площа під графіком функції)
ІнтегралМіж (f, g, a, b)	площа між графіками двох функцій

Практичне застосування.

Задача. Знайти площу фігури, яка обмежена лініями $y = x^2$, $y = 2x + 3$.

Аналітичне розв'язання.

Знайдемо межі інтегрування розв'язавши рівняння:

$$x^2 = 2x + 3, \quad x^2 - 2x - 3 = 0,$$

За теоремою Вієта, маємо:

$$\begin{cases} x_1 + x_2 = 2, \\ x_1 \cdot x_2 = -3, \end{cases} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} x_1 = -1, \\ x_2 = 3. \end{array}\right.$$

На проміжку $[-1;3]$ пряма $y=2x+3$ розташована вище параболи $y=x^2$, тоді площа фігури дорівнює:

$$S=\int_{-1}^{3}\left(2x+3-x^2\right)dx=\left(2\cdot\frac{x^2}{2}+3x-\frac{x^3}{3}\right)\Bigg|_{-1}^{3}=\left(x^2+3x-\frac{x^3}{3}\right)\Bigg|_{-1}^{3}=$$

$$=3^2+3\cdot 3-\frac{3^3}{3}-\left((-1)^2+3\cdot(-1)-\frac{(-1)^3}{3}\right)=9-1+3-\frac{1}{3}=10\frac{2}{3}\approx 10,66.$$

Розв'язання в GeoGebra.

Для розв'язання задачі відкриваємо GeoGebra або на сайті geogebra.org/ або

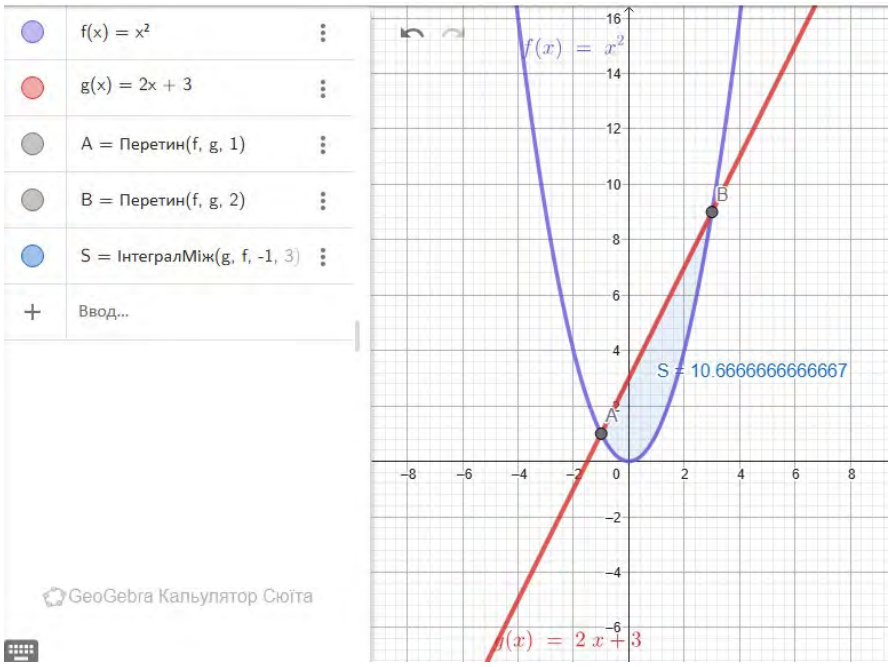


Рис.2

встановленій на комп'ютері. Потрібні два вікна: алгебраїчне (зліва) і графічне (справа) Команди вводяться в рядок введення внизу алгебраїчного вікна. Після кожної команди натискаємо enter.

Вводимо функції: $y=x^2$, $y=2x+3$. У графічному вікні з'являються графіки параболи і прямої. Щоб знайти точок перетину, заходимо в інструменти: «точка» → «перетин», потім клацнути по параболі й по прямій. Для відображення на екрані, відділити точку і вибрати у діалоговому вікні «показати підпис». У алгебраїчному вікні з'явиться перетин і точка. Абсциси точок збігаються з коренями $x_1=-1$, $x_2=3$, знайденими за теоремою Вієта, та є межами інтегрування. Вводимо команду ІнтегралМіж (g, f, -1, 3). Першою вказується функція, що розташована вище, у нашому випадку g. Значення шуканої площі фігури $S\approx 10,6666...$ (рис.2). Числовий результат з'явиться в алгебраїчному вікні, а у графічному буде зафарбована фігура між лініями. Отримане значення збігається з результатом аналітичного розв'язання.

Висновки. Середовище GeoGebra дозволяє перевірити виконання кожного кроку розв'язання задачі на знаходження площ фігури за допомогою визначеного інтегралу від побудови графіків, знаходження меж інтегрування, до обчислення самої площі. Використання програми зменшує кількість помилок у студентів. Методику можна застосовувати на практичних заняттях з вищої математики.

Список використаних джерел

1. Ракута В.М. Система динамічної математики Geogebra як інноваційний засіб для вивчення математики. // Інформаційні технології і засоби навчання. 2012. – №4 (30). DOI: https://doi.org/10.33407/itlt.v30i4.700
2. Ракута В. М. GeoGebra для початківців: навчальний посібник. / Ракута В. М. – Чернігів : ЧОІППО ім. К. Д. Ушинського, 2011. – 49 с.
3. Яременко Ю.В. Використання програми GeoGebra при викладанні геометрії // Вісник Черкаського університету: Педагогічні науки. 2019 – №3 – С.102-107.
4. Hohenwarter M., Preiner J. Dynamic Mathematics with GeoGebra. Journal of Online Mathematics and its Applications. 2007. – Vol. 7. – P. 1-15.

Section: Physical Culture and Sports

ВПЛИВ ФІТНЕСУ НА ФІЗИЧНЕ ЗДОРОВ'Я ТА ЯКІСТЬ ЖИТТЯ МОЛОДІ

Кожокар Марина Василівна
http://orcid.org/0000-0003-1658-3549
кандидат педагогічних наук, доцент
Головачук Валентина Володимирівна
викладач
Кафедра фізичного виховання
Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича, Україна

Анотація. У тезах розглянуто вплив занять фітнесом на фізичне здоров'я, функціональний стан організму та якість життя молоді. Проаналізовано значення систематичної рухової активності у формуванні здорового способу життя, підтриманні оптимального рівня фізичної працездатності та профілактиці негативних наслідків гіподинамії. Узагальнено відомості про вплив фітнес-занять на серцево-судинну та м'язову системи, а також на психоемоційний стан молоді. Окрему увагу приділено сучасним тенденціям популяризації фітнесу серед молоді через цифрові технології, соціальні мережі та медіаресурси.

Ключові слова: фітнес, фізична активність, рухова активність, здоровий спосіб життя, молодь, фізичне здоров'я, якість життя.

Вступ. Збереження здоров'я сучасної молоді є актуальним суспільним завданням, оскільки рівень рухової активності значною мірою визначає фізичний розвиток, функціональні можливості організму та якість життя людини. Зниження рівня щоденної фізичної активності, поширення малорухливого способу життя, збільшення часу використання цифрових пристроїв та високі навчальні навантаження негативно впливають на фізичний і психоемоційний стан молодого покоління.

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, недостатній рівень фізичної активності є одним із чинників ризику погіршення здоров'я населення, що зумовлює необхідність пошуку ефективних засобів залучення молоді до регулярної рухової діяльності [3].

Особливо актуальною ця проблема є для студентської молоді, оскільки специфіка освітнього процесу передбачає значне розумове навантаження та тривале перебування у статичному положенні. Недостатня рухова активність може спричиняти зниження фізичної працездатності, порушення постави, погіршення функціонального стану організму та зниження рівня психологічного благополуччя.

Проблеми фізичного виховання, рухової активності та формування здорового способу життя досліджували у своїх працях Т. Круцевич, Б. Шиян та

інші науковці. Дослідники наголошують на важливості систематичних фізичних навантажень для гармонійного розвитку особистості, формування фізичної культури та збереження здоров'я [1; 2].

Мета дослідження – теоретично обґрунтувати вплив фітнес-занять на фізичне здоров'я та якість життя молоді.

Для досягнення поставленої мети визначено такі **завдання:**

- проаналізувати роль фітнесу у системі оздоровчої рухової активності молоді;
- визначити основні фізіологічні та психологічні ефекти регулярних занять фітнесом;
- розглянути значення фітнесу у формуванні здорового способу життя та профілактиці гіподинамії.

Результати дослідження та їх обговорення. Фітнес у сучасному розумінні є комплексною системою оздоровчої рухової активності, спрямованою на підвищення рівня фізичної підготовленості, зміцнення здоров'я та покращення якості життя. Він включає різноманітні напрями фізичних вправ: аеробні тренування, силові вправи, пілатес, йогу, стретчинг, функціональний тренінг та інші форми рухової активності.

За даними проаналізованих джерел, систематичні заняття фітнесом можуть сприяти поліпшенню функціонального стану організму. Регулярна фізична активність може сприяти підвищенню кардіореспіраторної витривалості та підтриманню здоров'я серцево-судинної системи [1; 3].

Важливе значення фітнес має для розвитку опорно-рухового апарату. Систематичне виконання фізичних вправ сприяє зміцненню м'язів, розвитку координації рухів, гнучкості та сили. Для молоді це особливо актуально, оскільки саме в цей віковий період формуються основи рухової поведінки та ставлення до власного здоров'я.

Окрім фізичних переваг, заняття фітнесом мають позитивний вплив на психоемоційний стан людини. Регулярна фізична активність може сприяти зниженню рівня стресу, поліпшенню настрою та підтриманню емоційної рівноваги. Саме тому фітнес може розглядатися не лише як засіб фізичного вдосконалення, а й як важливий чинник психологічного благополуччя.

Сучасний розвиток цифрових технологій суттєво впливає на популяризацію фітнесу серед молодого покоління. Соціальні мережі, мобільні застосунки та онлайн-платформи створюють додаткові можливості для поширення інформації про фізичну активність, контролю тренувального процесу та мотивації до занять. Водночас важливим залишається використання науково обґрунтованих рекомендацій щодо організації фізичних навантажень.

Фітнес також виконує важливу соціальну функцію. Групові заняття сприяють розвитку комунікативних навичок, формуванню позитивного соціального середовища та підвищенню мотивації до регулярної рухової активності.

Разом із тим ефективність фітнес-занять залежить від правильного дозування навантажень, урахування індивідуальних можливостей організму та

дотримання принципів систематичності й поступовості. Надмірні фізичні навантаження без відповідної підготовки можуть знижувати оздоровчий ефект і негативно впливати на стан здоров'я.

Висновки. Отже, фітнес може бути ефективним засобом зміцнення фізичного здоров'я та поліпшення якості життя молоді. Систематичні заняття сприяють розвитку фізичних якостей, підвищенню працездатності, оптимізації функціонального стану організму та профілактиці негативних наслідків недостатньої рухової активності.

Фітнес має комплексний вплив на людину, поєднуючи фізичні, психологічні та соціальні переваги. У сучасних умовах популяризація фітнесу серед молоді є важливим напрямом фізичного виховання, що сприяє формуванню відповідального ставлення до власного здоров'я та активного способу життя.

Список використаних джерел

1. Круцевич Т. Ю. (за ред.). Теорія і методика фізичного виховання : у 2 т. Т. 1 : Загальні основи теорії і методики фізичного виховання. Київ : Олімпійська література, 2017. 382, [1] с.
2. Шиян Б. М. Теорія і методика фізичного виховання школярів. Ч. 1. Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2009. 272 с.
3. World Health Organization. WHO Guidelines on Physical Activity and Sedentary Behaviour. Geneva: World Health Organization, 2020.

DOI 10.70286/EOSS-26.10.2026.019.391-401

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ ПОЗАКЛАСНОЇ РОБОТИ З ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ В ПОЧАТКОВІЙ ШКОЛІ

Півень Олександр
к.п.н., доцент
Лой Борис
старший викладач
Кафедра спортивних дисциплін і туризму
Університет Григорія Сковороди в Переяславі, Україна

Анотація. У статті розглянуто сучасні підходи до організації позакласної роботи з фізичного виховання в початковій школі. Охарактеризовано основні форми позакласної роботи. Особливу увагу приділено використанню інноваційних педагогічних підходів, ігрових методів, здоров'язбережувальних технологій та індивідуалізації фізкультурно-оздоровчих заходів з урахуванням вікових особливостей, інтересів і фізичних можливостей дітей.

Ключові слова: фізичне виховання, позакласна робота, початкова школа, молодші школярі, рухова активність, фізкультурно-оздоровча діяльність.

Введення. Проблема збереження та зміцнення здоров'я молодого покоління є однією з актуальних у галузі фізичного виховання. Сучасні дослідження стану здоров'я дітей засвідчують, що з віком під впливом різноманітних чинників, зокрема значних навчальних навантажень і стресових факторів зовнішнього середовища, адаптаційні можливості організму можуть знижуватися, що підвищує ризик розвитку різних захворювань. Водночас рухова активність за умови її раціональної організації позитивно впливає на стан здоров'я дітей шкільного віку, сприяє підвищенню функціональних можливостей організму та зміцненню фізичного здоров'я.

За наведеними в науковій літературі даними, значна частина учнів закладів загальної середньої освіти має певні відхилення у стані здоров'я, а рівень фізичної підготовленості багатьох школярів залишається недостатнім.

Разом із тим проблема забезпечення достатнього рівня рухової активності дітей не втрачає своєї актуальності та потребує подальшого наукового дослідження й практичного розв'язання. Одним із дієвих засобів зміцнення здоров'я учнів і поліпшення їхнього фізичного розвитку є організація фізкультурно-оздоровчих заходів у позаурочний час. Їхня мета полягає в залученні якомога більшої кількості учнів до систематичних занять фізичною культурою і спортом шляхом використання різноманітних форм і методів фізкультурно-оздоровчої роботи. У зв'язку із цим дослідження сучасного стану організації позакласної роботи з фізичної культури, визначення її особливостей і перспектив удосконалення є актуальним та своєчасним [1, с.281-282]..

Мета та задачі дослідження. Проаналізувати сучасні підходи до організації позакласної роботи з фізичного виховання в початковій школі, визначити ефективні форми, методи та засоби залучення молодших школярів до систематичної рухової активності, обґрунтувати їх значення для зміцнення здоров'я, розвитку фізичних якостей, формування стійкої мотивації до занять фізичною культурою та виховання потреби у здоровому способі життя.

Завдання статті:

1. Проаналізувати науково-методичну літературу щодо сучасного стану та особливостей організації позакласної роботи з фізичного виховання в початковій школі.
2. Визначити основні форми, методи та засоби організації позакласної фізкультурно-оздоровчої діяльності молодших школярів.
3. Охарактеризувати сучасні підходи до залучення учнів початкових класів до систематичних занять фізичними вправами з урахуванням їхніх вікових та індивідуальних особливостей.
4. Розкрити значення позакласної роботи з фізичного виховання для зміцнення здоров'я, підвищення рівня рухової активності та формування мотивації до здорового способу життя.

5. Обґрунтувати педагогічні умови підвищення ефективності організації позакласної роботи з фізичного виховання в умовах сучасного освітнього середовища Нової української школи.

Аналіз науково-методичної літератури засвідчив, що окремі аспекти професійної підготовки майбутніх учителів фізичної культури до організації позакласної роботи висвітлено в працях Л. Арефьєвої, Є. Захаріної, О. Стасенка та інших дослідників. Організаційні форми й методи позакласної роботи з фізичної культури в закладах освіти розглядали у своїх наукових працях О. Гончаренко, О. Дейкун, А. Мельник, М. Носко, Б. Шиян та інші науковці. Водночас подальшого вивчення потребують питання сучасного стану організації позакласної роботи з фізичної культури, особливостей її реалізації в закладах загальної середньої освіти та можливостей підвищення її ефективності. Це зумовлює необхідність проведення відповідного дослідження, результати якого сприятимуть доповненню наявних наукових напрацювань і вдосконаленню практики фізичного виховання учнів у позаурочний час [2; 4].

Результати дослідження і їх обговорення. Особливістю педагогічного процесу в позакласній діяльності є специфіка взаємин і взаємодії його суб'єктів, що відрізняється від організації навчального процесу. Позакласна робота створює сприятливі умови для розвитку самостійності, творчих здібностей, самореалізації та самоствердження учнів. Важливого значення набуває можливість самостійного вибору змісту діяльності, форм і методів її здійснення відповідно до інтересів та індивідуальних потреб школярів. На думку М. Вайновської, ефективність позакласної роботи значною мірою залежить від гнучкості й мобільності педагогічного процесу, урізноманітнення його цілей, методів і форм, а також від доцільності добору педагогічних завдань, які можуть оперативно змінюватися з урахуванням запитів, творчих можливостей та потреб підлітків [4, с. 85-86].

Позакласна робота зі школярами посідає важливе місце в системі навчання й виховання підростаючого покоління та є важливим чинником гармонійного розвитку особистості. Особливого значення вона набуває у сфері фізичного виховання, оскільки сприяє формуванню стійкого інтересу до занять фізичними вправами, розвитку рухових здібностей і зміцненню здоров'я. Водночас для значної частини учнів закладів загальної середньої освіти систематичні та цілеспрямовані заняття фізичною культурою ще не стали невід'ємною складовою повсякденного життя, засобом фізичного вдосконалення й підтримання належного рівня здоров'я [5].

Значне навчальне навантаження протягом дня та тижня може спричиняти накопичення втоми, зниження розумової й фізичної працездатності та негативно впливати на функціональний стан організму школярів. За таких умов особливої актуальності набувають питання раціональної організації рухової активності учнів, забезпечення відновлення їхньої працездатності, збереження здоров'я та вдосконалення фізичного розвитку [3, с. 153].

Одним із перспективних напрямів розв'язання зазначеної проблеми є залучення учнів до додаткових занять фізичними вправами в позаурочний час.

Важливу роль у цьому процесі відіграють учителі фізичної культури, які забезпечують організацію фізкультурно-оздоровчих заходів у режимі навчального дня, а також планування та проведення загальношкільних фізкультурно-масових і спортивних заходів. Такі форми діяльності сприяють підвищенню рівня рухової активності школярів, формуванню позитивної мотивації до систематичних занять фізичною культурою, розвитку інтересу до спортивної діяльності та засвоєнню навичок здорового способу життя.

Отже, позакласна робота з фізичного виховання є важливим складником освітнього процесу в початковій школі. Її ефективна організація передбачає врахування вікових та індивідуальних особливостей учнів, їхніх інтересів і потреб, використання різноманітних форм рухової діяльності та створення умов для активної участі дітей у фізкультурно-оздоровчих заходах. Реалізація такого підходу сприятиме зміцненню здоров'я молодших школярів, підвищенню їхньої рухової активності та формуванню стійкої потреби в регулярних заняттях фізичними вправами.

В Українському педагогічному словнику позакласну роботу в школі визначено як складову частину навчально-виховного процесу та одну з форм організації дозвілля учнів. Вона організовується і проводиться в позаурочний час органами учнівського самоврядування за активної допомоги та тактовного керівництва педагогічного колективу, зокрема класних керівників, вихователів і організаторів позакласної та позашкільної роботи [2, с. 107-108].

О. Комар розглядає позакласну роботу як організовану на добровільних засадах діяльність учнів, спрямовану на розширення й поглиблення їхніх знань, удосконалення вмінь і навичок, розвиток самостійності, творчих здібностей та формування інтересу до занять фізичною культурою і спортом. Така діяльність ґрунтується на особистій зацікавленості та бажанні дітей брати в ній участь, тому не є обов'язковою для всіх учнів класу. Водночас вона сприяє реалізації основних завдань закладу освіти [4, с. 82].

Погоджуємося з позицією І. Городинської, яка визначає позакласну роботу з фізичного виховання як одну з форм організації змістовного дозвілля й активного відпочинку учнів, що передбачає проведення різноманітних за змістом і спрямованістю заходів [3, с. 153].

Отже, позакласна робота з фізичного виховання є невід'ємною складовою виховного процесу в закладі загальної середньої освіти та має значний потенціал для всебічного розвитку особистості школярів. Вона створює додаткові можливості для виявлення й розвитку індивідуальних здібностей учнів, які не завжди можуть бути реалізовані в межах уроків фізичної культури, збагачення їхнього життєвого досвіду та формування навичок колективної взаємодії. Крім того, участь у позакласних заходах сприяє розвитку творчого й інтелектуального потенціалу особистості, вихованню самостійності, ініціативності та відповідальності, а також формуванню стійкого інтересу до фізичної культури, спорту й здорового способу життя.

У сучасних умовах позакласна діяльність із фізичної культури розширює традиційні уявлення про способи та форми організації освітнього процесу, а тому може й повинна використовуватися для розв'язання навчальних, розвивальних і виховних завдань. До навчальних завдань належать поглиблення знань учнів із програмного матеріалу, формування вмінь самостійно розв'язувати проблемні ситуації, ознайомлення з історією фізичної культури та спорту. Розвивальні завдання передбачають розвиток логічного мислення, просторової уяви, пам'яті, кмітливості та культури мовлення. Виховні завдання спрямовані на формування наполегливості, цілеспрямованості, ініціативності, сили волі та інших особистісних якостей учнів [5].

Зміст позакласної роботи з фізичного виховання охоплює базову та варіативну складові. Базова складова є спільною для закладів загальної середньої освіти та становить основу організації відповідної діяльності. Вона передбачає реалізацію стабільного змісту роботи, який не залежить від регіональних, національних та інших особливостей конкретного закладу освіти. У соціальному аспекті базова складова спрямована на задоволення потреб суспільства в забезпеченні належного рівня фізкультурної освіти, фізичного розвитку, рухової підготовленості та зміцнення здоров'я учнів.

Базова складова позакласної роботи передбачає засвоєння теоретичних і методичних знань, формування звичок здорового способу життя, розвиток творчого підходу до фізкультурно-оздоровчої та спортивної діяльності, а також самовизначення учнів щодо вибору засобів і форм занять фізичною культурою та спортом. Важливе місце посідає використання фізичних вправ, спрямованих на:

а) розвиток загальної фізичної підготовленості та загартування організму учнів;

б) розвиток основних фізичних якостей: сили, витривалості, швидкості, гнучкості та спритності;

в) корекцію порушень постави й недоліків фізичного розвитку, а також удосконалення функціонального стану опорно-рухового апарату та розвитку окремих груп м'язів [6,с. 1042].

Варіативна (диференційована) складова позакласної роботи з фізичної культури визначається з урахуванням регіональних і національних особливостей, матеріально-технічних та організаційних можливостей закладу загальної середньої освіти, індивідуальних здібностей та інтересів учнів, умов проведення занять, а також професійної спеціалізації вчителя фізичної культури. Такий підхід дає змогу урізноманітнювати зміст фізкультурно-оздоровчої діяльності та забезпечувати її відповідність потребам різних категорій учнів.

Ефективність позакласної роботи з фізичного виховання забезпечується дотриманням таких організаційно-педагогічних умов:

- тісний взаємозв'язок із навчально-виховним процесом, що передбачає наступність змісту, узгодженість організаційних і методичних підходів;

• доступність занять і різноманітність їхніх форм, що сприяють залученню широкого контингенту учнів до фізкультурно-оздоровчої та спортивної діяльності;

• наступність принципів і методів організації позакласної освітньо-виховної роботи за активної участі учнівського самоврядування та фізкультурного активу;

• залучення батьків до створення належних матеріально-технічних умов для проведення занять, а також до організації роботи спортивних секцій і команд;

• забезпечення чіткого керівництва діяльністю шкільного колективу фізичної культури з боку адміністрації закладу освіти та вчителів [4, с. 85].

Таким чином, організація позакласної роботи з фізичної культури потребує комплексного підходу, який передбачає поєднання базового й варіативного змісту, урахування індивідуальних потреб та інтересів учнів, залучення педагогів і батьків до спільної діяльності. Дотримання визначених організаційно-педагогічних умов сприяє підвищенню ефективності фізичного виховання, зміцненню здоров'я дітей, розвитку їхніх фізичних якостей і формуванню стійкої мотивації до систематичних занять фізичною культурою та спортом.

За формою організації позакласних занять фізичними вправами виокремлюють три основні види:

1. Масові заняття – передбачають залучення значної кількості учнів до спільної рухової діяльності. До них належать рухливі та спортивні ігри, фізкультурно-оздоровчі заходи, спортивні розваги, змагання різного рівня тощо.

2. Секційні та гурткові заняття – організовуються для обмеженої кількості учнів відповідно до їхніх інтересів, вікових особливостей і рівня фізичної підготовленості.

3. Індивідуальні заняття – спрямовані на розвиток фізичних якостей, удосконалення рухових умінь і навичок з урахуванням індивідуальних можливостей та потреб школярів [2, с. 107-108].

Позакласна робота з фізичної культури охоплює різноманітні форми організації колективної та індивідуальної рухової діяльності учнів у позаурочний час. Такі заняття можуть проводитися до початку уроків, у режимі груп продовженого дня або після завершення навчальних занять. Залежно від поставлених завдань вони можуть мати фізкультурно-оздоровчу, розвивальну або спортивну спрямованість.

Характерною особливістю позакласної роботи з фізичної культури є можливість об'єднання учнів різних класів в одну групу з урахуванням їхніх інтересів, фізичних можливостей і рівня підготовленості. Це відрізняє її від традиційних уроків фізичної культури та створює додаткові умови для індивідуалізації рухової діяльності, розвитку комунікативних навичок і формування стійкої мотивації до постійних занять фізичними вправами [3].

Однією з ефективних форм позакласної роботи є організація секцій загальної фізичної підготовки, які виконують роль перехідної ланки між заняттями фізичною культурою загальнооздоровчого спрямування та спеціалізованою спортивною підготовкою. Основною метою таких занять є

покращення фізичного стану школярів, підвищення рівня їхньої фізичної підготовленості, формування стійкого інтересу до занять спортом, а також розвиток індивідуальних здібностей, необхідних для подальшої спеціалізації в обраному виді спорту.

Комплектування секцій загальної фізичної підготовки доцільно здійснювати з урахуванням віку, стану здоров'я та рівня фізичної підготовленості учнів. Зазвичай чисельність однієї групи становить 10–15 осіб. Рекомендована періодичність проведення занять – двічі на тиждень, тривалістю 45–60 хвилин.

Систематична участь школярів у позакласних заняттях сприяє підвищенню рівня їхньої рухової активності, гармонійному розвитку фізичних якостей, удосконаленню рухових умінь і навичок, а також формуванню позитивного ставлення до фізичної культури та спорту. Водночас підвищення загального рівня фізичної підготовленості створює сприятливі передумови для успішного засвоєння навчального матеріалу та виконання вимог шкільної програми з фізичної культури [1, с. 282-283].

Аналіз сучасних підходів до організації позакласної роботи засвідчив, що її зміст має бути спрямований не лише на розвиток фізичних якостей і вдосконалення рухових умінь та навичок, а й на формування особистісних, соціальних і здоров'язбережувальних компетентностей учнів. Важливим завданням є створення умов, за яких фізична активність сприйматиметься молодшими школярами як природна потреба, джерело позитивних емоцій, можливість самовираження та активного дозвілля.

Установлено, що сучасна система позакласної роботи з фізичного виховання повинна ґрунтуватися на комплексному поєднанні традиційних та інноваційних форм організації рухової діяльності. До найбільш поширених традиційних форм належать спортивні секції, фізкультурні гуртки, рухливі ігри, спортивні змагання, фізкультурні свята, дні здоров'я, туристичні походи, прогулянки та інші масові фізкультурно-оздоровчі заходи. Їх використання сприяє залученню дітей до активного дозвілля, розвитку фізичних здібностей, вихованню дисциплінованості, відповідальності та навичок взаємодії в колективі [6, с. 1043].

Особливе місце в системі позакласного фізичного виховання молодших школярів посідає ігрова діяльність. Це зумовлено віковими та психофізіологічними особливостями дітей молодшого шкільного віку, для яких гра залишається одним із найбільш привабливих способів пізнання навколишнього світу та набуття рухового досвіду. Використання рухливих ігор, естафет, сюжетно-рольових завдань, спортивних квестів та ігрових змагань створює сприятливі передумови для розвитку швидкості, спритності, координаційних здібностей, витривалості, а також формування позитивного емоційного ставлення до фізичної культури.

Важливим результатом теоретичного аналізу стало виокремлення основних сучасних підходів до організації позакласної роботи з фізичного виховання в початковій школі (табл. 1).

Таблиця 1 – Сучасні підходи до організації позакласної роботи з фізичного виховання молодших школярів

Підхід	**Особливості реалізації**	**Очікуваний педагогічний результат**
Особистісно орієнтований	Урахування індивідуальних можливостей, інтересів і потреб учнів	Підвищення мотивації до рухової активності
Диференційований	Добір фізичних вправ відповідно до віку, фізичної підготовленості та стану здоров'я	Забезпечення доступності й оптимальності фізичних навантажень
Ігровий	Використання рухливих ігор, естафет, квестів та сюжетних завдань	Розвиток рухових здібностей і позитивного ставлення до занять
Здоров'язбережувальний	Застосування оздоровчих вправ, дихальної гімнастики, вправ на поставу та релаксацію	Зміцнення здоров'я та профілактика перевтоми
Компетентнісний	Формування знань, практичних умінь і навичок самостійної рухової діяльності	Розвиток здоров'язбережувальної компетентності
Інноваційний	Використання інтерактивних технологій, мультимедійних засобів, фітнес-програм	Підвищення зацікавленості учнів у заняттях
Інтегративний	Поєднання фізичного виховання з іншими освітніми галузями та виховними заходами	Забезпечення всебічного розвитку особистості

У результаті проведеного теоретичного аналізу науково-методичної літератури встановлено, що організація позакласної роботи з фізичного виховання в початковій школі є важливою складовою формування здоров'язбережувального освітнього середовища. В умовах сучасних соціально-економічних змін, цифровізації освітнього простору та зростання навчального навантаження особливої актуальності набуває проблема забезпечення оптимального рівня рухової активності молодших школярів. У цьому контексті позакласна фізкультурно-оздоровча діяльність розглядається як дієвий засіб доповнення урочних форм фізичного виховання, розширення рухового досвіду дітей, зміцнення їхнього здоров'я та формування позитивного ставлення до систематичних занять фізичними вправами.

У контексті реалізації концепції Нової української школи особливого значення набуває компетентнісний підхід, який передбачає формування в учнів не лише рухових умінь і навичок, а й здатності застосовувати набуті знання у повсякденному житті. Позакласна робота з фізичного виховання має сприяти усвідомленню дітьми значення фізичної активності для збереження здоров'я, формуванню навичок самоконтролю, дотриманню правил безпечної поведінки та розвитку потреби в активному способі життя.

Особливого значення набуває також взаємодія закладу освіти та сім'ї. Залучення батьків до організації спортивних свят, сімейних змагань, туристичних прогулянок, днів здоров'я та інших фізкультурно-оздоровчих

заходів сприяє формуванню єдиного виховного середовища, у якому здоровий спосіб життя підтримується не лише в школі, а й у родині. Спільна рухова діяльність дітей і батьків створює додаткові передумови для зміцнення сімейних взаємин та підвищення інтересу молодших школярів до активного дозвілля.

В умовах сучасних безпекових викликів, зокрема воєнного стану в Україні, організація позакласної роботи потребує особливої уваги до забезпечення фізичної та психологічної безпеки учнів. Важливим є застосування адаптивних форм рухової діяльності, які можуть реалізовуватися в доступних і безпечних приміщеннях, а також використання вправ на зниження психоемоційного напруження, розвиток саморегуляції та підтримання позитивного емоційного стану дітей [7].

Обговорення результатів теоретичного дослідження дозволяє визначити основні педагогічні умови ефективної організації позакласної роботи з фізичного виховання в початковій школі, серед яких: систематичність проведення занять; різноманітність форм рухової активності; урахування індивідуальних можливостей та інтересів учнів; створення позитивного емоційного середовища; забезпечення доступності й безпеки фізичних навантажень; використання інноваційних і здоров'язбережувальних технологій; налагодження взаємодії між педагогами, дітьми та батьками.

Окремої уваги заслуговує використання інтерактивних та цифрових технологій у позакласній фізкультурно-оздоровчій діяльності. Зокрема, мультимедійні презентації, інтерактивні рухові завдання, тематичні спортивні квести та цифрові засоби візуалізації можуть використовуватися для підвищення пізнавального інтересу учнів і формування позитивної мотивації до занять. Водночас застосування таких технологій повинно мати допоміжний характер, не замінювати безпосередньої рухової діяльності та відповідати віковим особливостям дітей.

Важливою умовою результативності позакласної роботи є забезпечення її систематичності та наступності. Епізодичне проведення фізкультурно-оздоровчих заходів не дає змоги повною мірою реалізувати потенціал позакласної діяльності. Тому доцільним є розроблення комплексних програм, які передбачають раціональне поєднання щоденних, щотижневих і періодичних форм рухової активності [6, с. 1049-1041].

Таким чином, результати проведеного аналізу свідчать, що сучасна позакласна робота з фізичного виховання повинна розглядатися як цілісна педагогічна система, яка органічно доповнює урочні форми фізичного виховання та забезпечує реалізацію оздоровчих, освітніх, виховних і розвивальних завдань. Її вдосконалення потребує переходу від переважно традиційних форм організації занять до комплексного використання особистісно орієнтованих, компетентнісних, ігрових та здоров'язбережувальних підходів.

Саме така організація позакласної фізкультурно-оздоровчої діяльності створює передумови для підвищення рухової активності молодших школярів, формування позитивного ставлення до фізичної культури та виховання усвідомленої потреби у збереженні й зміцненні власного здоров'я.

Перспективним напрямом удосконалення позакласної роботи є впровадження сучасних здоров'язбережувальних технологій. Доцільним є використання елементів дитячого фітнесу, ритмічної гімнастики, аеробіки, дитячої йоги, дихальних вправ, вправ на формування правильної постави та профілактику порушень опорно-рухового апарату. Такі засоби дають змогу урізноманітнити зміст занять, забезпечити їх оздоровчу спрямованість та врахувати індивідуальні особливості фізичного розвитку молодших школярів.

Висновки. У результаті проведеного теоретичного аналізу сучасних підходів до організації позакласної роботи з фізичного виховання в початковій школі встановлено, що позакласна фізкультурно-оздоровча діяльність є важливою складовою освітнього процесу, спрямованою на зміцнення здоров'я, підвищення рівня рухової активності, гармонійний фізичний розвиток та формування стійкої мотивації молодших школярів до систематичних занять фізичною культурою.

Визначено, що ефективність позакласної роботи значною мірою залежить від комплексного використання різноманітних організаційних форм, методів і засобів фізичного виховання, зокрема рухливих ігор, спортивних свят, фізкультурно-оздоровчих заходів, секційних і гурткових занять, змагань, туристичних прогулянок та індивідуальної рухової діяльності. Їх поєднання сприяє не лише підвищенню фізичної підготовленості учнів, а й розвитку комунікативних здібностей, самостійності, ініціативності та навичок колективної взаємодії.

Обґрунтовано, що сучасна організація позакласної роботи з фізичного виховання має ґрунтуватися на принципах доступності, систематичності, добровільності, індивідуалізації та врахування вікових і психофізіологічних особливостей дітей. Особливого значення набуває впровадження інноваційних, ігрових та здоров'язбережувальних технологій, які забезпечують позитивне емоційне ставлення учнів до рухової активності та створюють сприятливі умови для реалізації їхніх індивідуальних можливостей.

Установлено, що важливими педагогічними умовами підвищення результативності позакласної фізкультурно-оздоровчої діяльності є забезпечення взаємодії вчителів, учнів і батьків, створення безпечного та мотиваційного освітнього середовища, урізноманітнення змісту занять і формування позитивного ставлення дітей до фізичної культури.

Отже, удосконалення організації позакласної роботи з фізичного виховання відповідно до концептуальних засад Нової української школи є одним із перспективних напрямів підвищення ефективності фізичного виховання молодших школярів, формування культури здоров'я та потреби в систематичній руховій активності.

Перспективи подальших досліджень вбачаємо в розробленні та експериментальній перевірці ефективності інноваційних програм позакласної фізкультурно-оздоровчої діяльності, спрямованих на підвищення рухової активності, розвиток фізичних якостей і формування мотивації учнів початкової школи до регулярних занять фізичними вправами.

Список використаних джерел

1. Лянной М.О., Рибалко П.Ф. Методика управління фізкультурнооздоровчою діяльністю в сучасних закладах середньої освіти. Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології: 2019;4 (88) :С. 280-289.
2. Семененко В., Теліус В. Фізичне виховання в концепції Нової української школи: проблематика і перспективи. Sport Science Spectrum. 2024 (1): С. 104-108.
3. Стасенко О.А. Організація фізкультурно-оздоровчої роботи у загальноосвітніх навчальних закладах: шляхи та перспективи. Молодий вчений. 2016. № 9.1 (36.1). С.151–157.
4. Трачук С., Семененко В., Долженко Л., Мамедова І., Довгаль В.. Сталий розвиток освітнього середовища для заохочення рухової активності школярів. Теорія і методика фізичного виховання і спорту.2023;2: С. 81-85.
5. Федорова, В. (2021). Проблеми і перспективи викладання фізичної культури в початковій школі. Режим доступу. URL: http://surl.li/gnhvm
6. Хуртенко, О.,В., Дмитренко, С.,М., Яковлів, В.,Л. Педагогічна технологія покращення фізичної підготовленості школярів молодшого шкільного віку засобами дитячого фітнесу. The 5th International scientific and practical conference "Scientific achievements of modern society" (January 8-10, 2020) Cognum Publishing House, Liverpool, United Kingdom. С. 1037–1048.
7. Шопіна М.О., Якунін Я.Ю. Навчання в умовах військового стану. Multidisciplinary academic research, innovation and results : Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference, м. Prague, 5-8 05. 2022, С. 511-513.

Section: Psychology

ІНДИВІДУАЛЬНО-ПСИХОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ МОЛОДІ ЗІ СХИЛЬНІСТЮ ДО ХІМІЧНОЇ ЗАЛЕЖНОСТІ

Левченко Вікторія
к.філос.н., доцент
Мамонов Артем
магістр
Кафедра практичної психології
Київський столичний університет імені Бориса Грінченка, Україна

Анотація. В статті розглядаються індивідуальні-психологічні особистості молоді, які мають схильність до залежності від психоактивних речовин. У статті представлено результати емпіричного дослідження особистісних корелятів схильності до хімічної залежності у молоді (N = 154) за допомогою AUDIT, DUDIT, TIPI-UKR, DASS-21, Brief-COPE та MZQ.

Ключові слова. хімічна залежність, схильність до залежності, особистісні кореляти, молодь, копінг-стратегії, добросовісність, ментализація, психологічний дистрес, психокорекція.

Введення. Проблема хімічної залежності серед молоді зберігає високу актуальність у контексті глобального зростання вживання психоактивних речовин (ПАР) та посилення психотравмівних впливів воєнного часу. Хронічний стрес, вимушене переміщення й втрата відчуття безпеки підвищують вразливість молоді до використання ПАР як неадаптивного способу регуляції емоційних станів. Сучасні підходи розглядають залежність як біопсихосоціальний феномен, у структурі якого поєднуються мотиваційний, емоційно-регуляторний, когнітивний і поведінковий компоненти (Koob, Volkow, 2016), а вживання речовини часто виконує функцію «самолікування» дистресу (Khantzian, 2018). Водночас особистісні кореляти схильності до хімічної залежності залишаються недостатньо вивченими на емпіричному рівні, що обґрунтовує потребу в дослідженнях, результати яких можна використати для ранньої профілактики й розроблення адресних програм корекції.

Мета та задачі дослідження. Метою дослідження було теоретично обґрунтувати та емпірично дослідити особистісні кореляти схильності до хімічної залежності у молоді. Гіпотеза полягала в існуванні статистично значущого зв’язку між окремими особистісними корелятами та рівнем схильності до хімічної залежності. Дослідження реалізовувалось у форматі онлайн-опитування за допомогою платформи Google Forms, посилання на яку поширювалось у соціальних мережах. Участь була добровільною й анонімною, з дотриманням принципу інформованої згоди.

Результати дослідження і їх обговорення. Вибірку склали 154 респонденти віком від 18 до 45 років (M = 22,16; SD = 5,07), серед яких 128 жінок (83,1%), 21 чоловік (13,6%) та 5 осіб іншої гендерної ідентичності. Актуальний або минулий досвід вживання ПАР зазначили 72,7% учасників. Для діагностики використано AUDIT і DUDIT (скринінг алкогольного та наркотичного ризику), TIPI-UKR (особистісні риси; Klimanska, Haletska, 2019), DASS-21 (депресія, тривога, стрес), Brief-COPE (копінг-стратегії; Yablonska et al., 2023) та MZQ (менталізація; Турецька, Кунікевич, 2020). Із показників AUDIT і DUDIT розраховано інтегральний індекс схильності до хімічної залежності. Оскільки більшість шкал відхилялися від нормального розподілу (критерій Колмогорова–Смирнова з поправкою Лілліефорса), застосовано непараметричні методи: коефіцієнт рангової кореляції Спірмена, U-критерій Манна–Уїтні, критерій Краскела–Волліса, а також множинний регресійний аналіз.

Кореляційний аналіз показав, що алкогольний і наркотичний ризик пов’язані між собою ($\rho = 0,44$; $p < 0,001$), проте не є тотожними, тому їх доцільно аналізувати як окремо, так і через інтегральний індекс. Найсильнішим корелятом хімічного ризику виявилося використання ПАР як копінг-стратегії (AUDIT: $\rho = 0,554$; DUDIT: $\rho = 0,657$; інтегральний індекс: $\rho = 0,724$; усі $p < 0,001$). Значущі позитивні зв’язки встановлено також з уникаючими копінгами (ρ від 0,384 до 0,554; $p < 0,001$). Натомість емоційна підтримка (AUDIT: $\rho = –0,274$; DUDIT: $\rho = –0,210$) та планування (DUDIT: $\rho = –0,244$) мали зворотний зв’язок із хімічним ризиком, що дозволяє розглядати їх як потенційні захисні чинники.

Серед особистісних рис інтегральний індекс негативно корелював із добросовісністю ($\rho = –0,333$; $p < 0,001$) та емоційною стабільністю ($\rho = –0,244$; $p = 0,002$); найвиразніше добросовісність пов’язана з наркотичним ризиком (DUDIT: $\rho = –0,364$; $p < 0,001$). Підвищений хімічний ризик супроводжувався вищими показниками депресії, тривоги й стресу (загальний дистрес за DASS-21: $\rho = 0,363$; $p < 0,001$) та більшими труднощами менталізації (загальний бал MZQ: $\rho = 0,374$; $p < 0,001$), найтісніше – з труднощами регуляції афекту ($\rho = 0,432$; $p < 0,001$).

Порівняння груп засвідчило, що респонденти з досвідом вживання ПАР мають значуще вищі показники AUDIT (Me = 8,00 проти 1,50; U = 3659,00; $p < 0,001$) та DUDIT (Me = 11,00 проти 1,00), а також вищі показники уникаючих копінгів і копінгу «вживання речовин». Особи з наявним психологічним або психіатричним діагнозом мали вищі показники DUDIT, DASS-21, уникаючих копінгів і труднощів менталізації. Гендерні відмінності виявлено лише за DUDIT (Me = 16,00 у чоловіків проти 6,00 у жінок; U = 876,00; $p = 0,010$), проте їх узагальнення обмежене нерівномірним складом вибірки.

Регресійний аналіз підтвердив центральну роль способу реагування на стрес. Модель для інтегрального індексу була значущою (скориговане $R^2 = 0,478$; $F = 34,295$; $p < 0,001$): найсильнішим предиктором став копінг «вживання речовин» ($\beta = 0,620$; $p < 0,001$), далі – труднощі регуляції афекту ($\beta = 0,186$; $p = 0,019$) і нижча добросовісність ($\beta = –0,159$; $p = 0,018$). Для AUDIT (скориговане

$R^2 = 0,314$) провідним предиктором також був копінг «вживання речовин» ($\beta = 0,564$), для DUDIT (скориговане $R^2 = 0,400$) – цей же копінг ($\beta = 0,532$) та нижча добросовісність ($\beta = –0,202$; $p = 0,006$). Отже, схильність до хімічної залежності пов'язана не лише з рівнем емоційного напруження, а передусім з тим, які способи саморегуляції молода людина обирає у відповідь на нього.

Висновки. Гіпотезу дослідження підтверджено: вищий хімічний ризик пов'язаний з нижчою добросовісністю та емоційною стабільністю, вищим психологічним дистресом, уникаючими й неадаптивними копінгами, використанням ПАР як способу подолання стресу, а також труднощами менталізації та регуляції афекту. Ці характеристики слід розглядати не як причини залежності, а як чинники психологічної вразливості, що підвищують або знижують ризик формування адиктивної поведінки.

На основі отриманих результатів розроблено профілактично-корекційну програму для молоді віком 18–45 років з підвищеним ризиком залежності (10 групових занять по 90 хвилин, 8–12 учасників), що поєднує елементи когнітивно-поведінкового підходу, мотиваційного консультування, майндфулнес-технік, розвитку менталізації та профілактики рецидиву. Її зміст спрямований на мішені, виявлені емпірично: емоційну саморегуляцію, заміну уникаючих копінгів активними, розвиток самоконтролю та планування, навички звернення по підтримку й відмови від вживання. Результати можуть бути використані практичними психологами закладів освіти, молодіжних центрів і консультативних служб для раннього виявлення осіб групи ризику та планування профілактичних заходів.

Перспективи подальшого дослідження пов'язані з розширенням вибірки та вирівнюванням її за статтю, застосуванням лонгітюдного дизайну для встановлення напрямку зв'язків між копінг-стратегіями, емоційною регуляцією та хімічним ризиком, а також перевіркою ефективності запропонованої програми за схемою «до–після».

Список використаних джерел

1. Khantzian, E. J. (2018). Treating addiction as a human process. Jason Aronson.
2. Klimanska, M., & Haletska, I. (2019). Ukrainian adaptation of the short five factor personality questionnaire TIPI (TIPI-UKR). Psychological Journal, 5(9), 57–76. https://doi.org/10.31108/1.2019.5.9.4
3. Koob, G. F., & Volkow, N. D. (2016). Neurobiology of addiction: A neurocircuitry analysis. The Lancet Psychiatry, 3(8), 760–773.
4. Yablonska, T., Vernyk, O., & Haivoronskyi, H. (2023). Ukrainian adaptation of the Brief-COPE questionnaire. Insight: The Psychological Dimensions of Society, 10, 66–89. https://doi.org/10.32999/2663-970X/2023-10-4
5. Турецька, Х. І., & Кунікевич, Б. І. (2020). Україномовна адаптація опитувальника менталізації на неклінічній вибірці. Габітус, 17, 131–136. https://doi.org/10.32843/2663-5208.2020.17.23

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ІНСТРУМЕНТАРІЮ ДОСЛІДЖЕННЯ СТРЕСОСТІЙКОСТІ ТА КОПІНГ – СТРАТЕГІЙ В УМОВАХ ВІЙНИ

Буряк Вікторія
здобувачка вищої освіти магістерського рівня
Кафедра психології
Поліський національний університет, Україна

Анотація. У статті здійснено теоретико–методологічний аналіз психодіагностичних методик (PSS-10, CD-RISC-10, тест на життєстійкість, Brief-COPE), що застосовуються для вивчення переживання бойового та цивільного стресу. Здійснено огляд сучасних досліджень щодо специфіки долаючої поведінки, формування бойової психологічної травми та адаптації діагностичного інструментарію до українських реалій.

Ключові слова: стрес, бойовий стрес, психодіагностика, життєстійкість, резильєнтність, копінг – стратегії, психологічні ресурси.

Введення. Складні соціально – економічні процеси в країні, породжені війною, формують гострий соціальний запит на розвиток внутрішніх ресурсів громадян, таких як стресостійкість, резильєнтність та життєстійкість. В умовах тривалої війни долаюча поведінка формується як синтез усвідомлених копінг-стратегій та захисних механізмів. Особливої уваги потребує бойовий стрес, який супроводжується зниженням рівня психологічної безпеки особистості та може призводити до бойової психологічної травми. Для комплексного розуміння цих процесів у військовослужбовців та цивільного населення необхідне поєднання взаємодоповнюючих валідизованих методик.

Мета та задачі дослідження. Метою роботи є теоретико-методологічний аналіз комплексу психодіагностичних інструментів для вимірювання стресу та долаючої поведінки. Задачі: 1) проаналізувати специфіку шкал оцінки стресу та особистісних ресурсів (PSS-10, CD-RISC-10, життєстійкість); 2) дослідити особливості застосування методики Brief-COPE та їх зв'язок з особистісними факторами в умовах війни.

Результати дослідження і їх обговорення. Комплексне вивчення реакції на стрес вимагає оцінки суб'єктивного сприйняття стресора, наявних особистісних ресурсів та поведінкових патернів. Стресостійкість у цьому контексті розглядається як здатність особистості поєднувати зовнішню успішну діяльність у складних умовах із внутрішньою рівновагою та здатністю до відновлення.

Шкала сприйнятого стресу (PSS-10) дозволяє виміряти рівень суб'єктивної неконтрольованості та перевантаженості життєвими обставинами. На відміну від об'єктивної фіксації стресорів, PSS-10 оцінює когнітивну оцінку ситуації як

загрозливої, що є критично важливим, адже інтенсивність переживання стресу залежить від індивідуальних особливостей реагування особистості.

Для оцінки ресурсного потенціалу особистості оптимальним є поєднання Шкали життєстійкості Коннора-Девідсона (CD-RISC-10) та Тесту на життєстійкість. CD-RISC-10 вимірює те, наскільки добре людина здатна оговтатися після стресових подій, трагедії чи травми. Ця шкала оцінює ключові компоненти резильєнтності: здатність адаптуватися до змін, залишатися зосередженим під тиском, справлятися з невдачами та болючими почуттями (смутком, страхом, гнівом). Життєстійкість додатково оцінює глибші екзистенційні установки: залученість, контроль та готовність до ризику. Як свідчать емпіричні дослідження бойового стресу, ефективність подолання кризових ситуацій має прямий взаємозв'язок із такими факторами як емоційна стабільність та сумлінність військовослужбовців.

Оцінка поведінкового компоненту здійснюється за допомогою опитувальника Brief-COPE, адаптація якого на українській вибірці підтвердила наявність специфічної п'ятифакторної моделі реагування на воєнний стрес (активне подолання, пасивне примирення, соціальна підтримка, безпорадність, гумор). Цей інструмент дозволяє виявити, які саме копінг-стратегії застосовує особистість для стабілізації психоемоційного стану та протидії негативним наслідкам бойових та цивільних стресорів.

Висновки. Теоретичний огляд підтверджує, що методики PSS-10, CD-RISC-10, Життєстійкість та Brief-COPE утворюють цілісну батарею тестів, яка дозволяє оцінити як важкість травматичної ситуації, так і здатність особистості до відновлення. Застосування цього комплексу створює надійне методологічне підґрунтя для дослідження опірності до стресу та емпіричного порівняння долаючої поведінки між військовослужбовцями та цивільним населенням.

Список використаних джерел

1. Гоменюк, О. (2023). Особистісні фактори переживання бойового стресу військовослужбовцями (Кваліфікаційна магістерська робота). Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана, Київ.
2. Журавльова, Н. Ю., & Гурлєва, Т. С. (2026). Опірність до стресу як важливий особистісно-професійний ресурс практичних психологів та психотерапевтів у кризових умовах. Інститут психології імені Г. С. Костюка НАПН України.
3. Кочарян, О. С., & Макаренко, А. О. (2023). Теоретична модель подолання стресу цивільним населенням в умовах війни. Вісник психології і педагогіки, 12(3), 45-56.
4. Стаднік, А. В., & Мельник, Ю. Б. (2025). Шкала життєстійкості Коннора-Девідсона: методичний посібник. Харків: ХОГОКЗ. https://doi.org/10.26697/sri.krpoch/stadnik.melnyk.3.2025
5. Титаренко, Т. М., & Зінченко, О. В. (2024). Адаптація опитувальника Brief COPE-26 на українській вибірці: п'ятифакторна модель. Український психологічний журнал, 8(1), 112-125.

ПСИХОСОЦІАЛЬНА БЕЗПЕКА ПРАЦІВНИКІВ З ІНВАЛІДНІСТЮ В СУЧАСНОМУ РОБОЧОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Косенко Наталія
к.т.н., доцент
Кафедра охорони праці та безпеки життєдіяльності
Харківський національний університет
міського господарства ім. О.М. Бекетова
Карасьова Марія
здобувачка вищої освіти бакалаврського рівня
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
м. Харків, Україна

Анотація. В статті розглянуто психосоціальну складову безпеки праці працівників з інвалідністю. Обґрунтовано необхідність урахування психологічних і соціальних чинників у системі управління професійними ризиками. Проаналізовано основні психосоціальні ризики, що можуть виникати внаслідок фізичних бар'єрів, обмеженої доступності робочого середовища, надмірного навантаження, необхідності сторонньої допомоги, соціальної ізоляції та недостатньої підтримки з боку колег і керівництва. Розглянуто взаємозв'язок між фізичною доступністю робочого місця, професійною автономністю, психоемоційним станом працівника та ефективністю трудової діяльності. Запропоновано основні напрями профілактики психосоціальних ризиків та формування інклюзивного робочого середовища.

Ключові слова: психосоціальна безпека, працівники з інвалідністю, професійні ризики, психологічне навантаження, стрес, інклюзивне робоче середовище, адаптація робочого місця, охорона праці.

Сучасна система охорони праці поступово переходить від переважного зосередження на запобіганні травмам та впливу шкідливих виробничих факторів до комплексного управління професійними ризиками. Важливою складовою такого підходу є психосоціальна безпека, яка охоплює умови організації праці, характер професійної взаємодії, рівень підтримки працівників, психологічне навантаження та інші чинники, здатні впливати на психічне благополуччя людини.

Для працівників з інвалідністю питання психосоціальної безпеки має особливе значення. Поряд із загальними виробничими ризиками вони можуть стикатися з додатковими бар'єрами, пов'язаними з доступністю приміщень, організацією робочого процесу, необхідністю адаптації обладнання та характером взаємодії з іншими працівниками.

Недостатня доступність робочого середовища може створювати не лише фізичні труднощі. Якщо працівник не може самостійно переміщуватися, користуватися обладнанням або виконувати окремі професійні операції, це може

збільшувати залежність від сторонньої допомоги та впливати на суб'єктивне сприйняття власної професійної автономності.

Тому психологічна безпека працівника з інвалідністю повинна розглядатися як невід'ємна частина загальної системи охорони праці.

Психосоціальні ризики формуються під впливом особливостей організації праці, трудових завдань, міжособистісних відносин та умов робочого середовища. До них можуть належати надмірне робоче навантаження, високий темп роботи, тривале статичне навантаження, недостатній контроль працівника над організацією власної роботи, конфлікти, дискримінація, соціальна ізоляція, недостатня підтримка та невизначеність професійних вимог.

Для працівників з інвалідністю перелік потенційних психосоціальних факторів може розширюватися за рахунок специфічних бар'єрів інклюзивного середовища.

Наприклад, фізично недоступне робоче місце може призводити до необхідності постійно звертатися по допомогу до інших працівників. Якщо така ситуація має систематичний характер, вона може впливати на відчуття самостійності та професійної автономії.

Складність пересування або користування обладнанням також може вимагати від працівника додаткових зусиль для виконання звичайних трудових операцій. В результаті однакова за змістом робота може створювати різний рівень психофізіологічного навантаження залежно від того, наскільки адаптованим є робоче середовище.

Фізична доступність робочого місця традиційно розглядається як питання архітектурної та ергономічної безпеки. Проте її значення значно ширше.

Недостатня ширина проходів, високі пороги, незручне розташування обладнання, відсутність можливості регулювання робочих меблів або складність доступу до необхідних предметів можуть обмежувати самостійність працівника. В такій ситуації фізичний бар'єр одночасно стає фактором психологічного дискомфорту.

Особливо важливим є відчуття контролю над власною трудовою діяльністю. Працівник повинен мати можливість самостійно виконувати максимально можливий обсяг професійних операцій в межах своїх функціональних можливостей. Якщо ж значна частина звичайних дій потребує допомоги інших людей, це може створювати додаткове емоційне напруження.

Професійна автономність означає можливість працівника самостійно організовувати та виконувати свою роботу в межах визначених трудових обов'язків.

Для працівників з інвалідністю автономність значною мірою залежить від того, наскільки робоче місце відповідає їх індивідуальним потребам. Правильно організований простір, доступне обладнання та можливість регулювання робочої поверхні можуть суттєво зменшувати залежність від сторонньої допомоги.

Водночас автономність не означає відмову від підтримки. Інклюзивне середовище повинно забезпечувати допомогу тоді, коли вона необхідна, але не

створювати ситуацію, в якій працівник змушений залежати від інших через недоліки організації робочого місця.

Це принципове розмежування має значення для управління психосоціальними ризиками. Метою адаптації є не ізоляція працівника від колективу, а створення умов, за яких він може повноцінно брати участь в професійній діяльності.

Одним із найбільш поширених психосоціальних ризиків є професійний стрес. Його виникнення може бути пов’язане з невідповідністю між вимогами роботи та наявними ресурсами працівника для їх виконання.

Для працівника з інвалідністю така невідповідність може виникати не через складність професійного завдання як таку, а через недостатню адаптованість середовища.

Наприклад, працівник може мати достатню професійну кваліфікацію для виконання завдання, але відчувати додаткове напруження через складність доступу до робочого обладнання, переміщення між робочими зонами або необхідність постійно просити допомоги.

В такому випадку джерелом психосоціального ризику є не інвалідність сама по собі, а невідповідність між функціональними можливостями людини та організацією робочого середовища. Це принципово важливо для сучасного підходу до охорони праці, оскільки дозволяє змістити акцент із «обмежень працівника» на необхідність адаптації умов праці.

Психологічна безпека працівника значною мірою залежить від соціального середовища. Підтримка колег і керівництва, коректна комунікація та відсутність дискримінаційних практик є важливими передумовами формування інклюзивного робочого середовища.

Недостатня соціальна підтримка може посилювати відчуття ізоляції та ускладнювати професійну адаптацію. Водночас надмірно опікунська поведінка також не завжди є позитивною, оскільки може обмежувати самостійність працівника.

Оптимальною є модель взаємодії, за якої працівнику забезпечується необхідна допомога без створення відчуття його професійної неспроможності.

Особливе значення має підготовка колективу. Працівники повинні розуміти особливості взаємодії з колегами з інвалідністю, правила надання допомоги та необхідність поваги до особистої автономії.

Важливим фактором психологічної безпеки є організація режиму праці. Надмірна тривалість безперервного навантаження, відсутність перерв, високий темп виконання завдань або постійна робота в незручному положенні можуть призводити до накопичення втоми.

Для працівників з інвалідністю організаційні заходи доцільно визначати індивідуально. До них можуть належати регламентовані перерви, можливість зміни робочої пози, гнучке планування окремих завдань, раціональний розподіл навантаження та використання технічних засобів підтримки.

Важливо, щоб такі заходи не сприймалися як зниження професійних вимог. Їх призначення полягає в усуненні бар'єрів, які не пов'язані безпосередньо зі змістом професійної діяльності.

Ефективна система профілактики повинна передбачати комплекс взаємопов'язаних заходів (рис. 1).

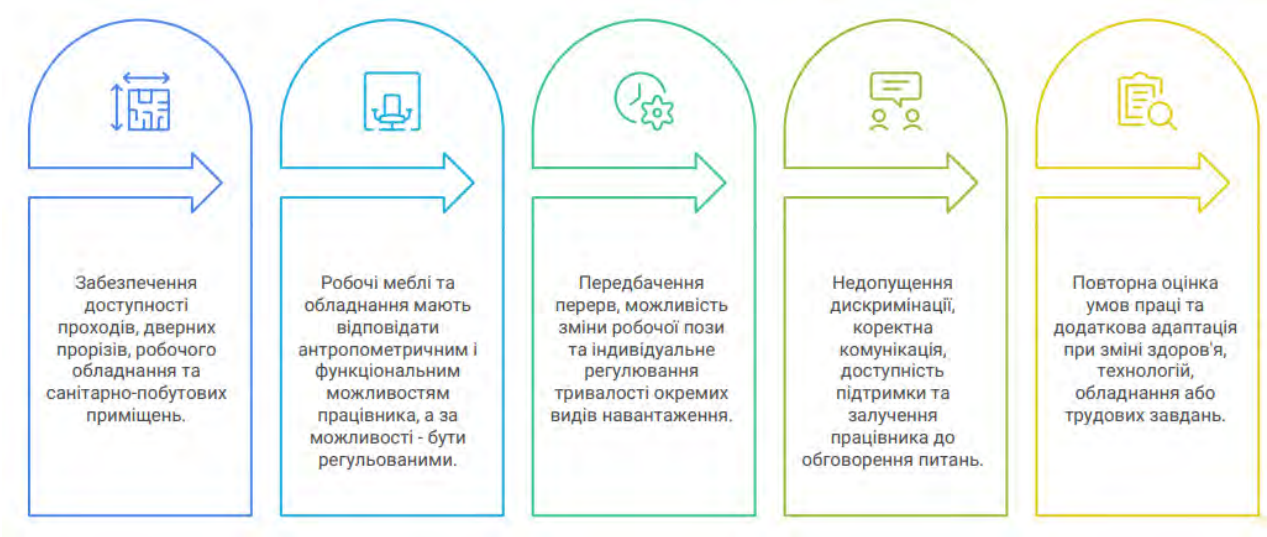


Рисунок 1. Ефективна система профілактики

Першим напрямом є фізична адаптація робочого простору. Необхідно забезпечити доступність проходів, дверних прорізів, робочого обладнання та санітарно-побутових приміщень.

Другим напрямом є ергономічна адаптація. Робочі меблі та обладнання мають відповідати антропометричним і функціональним можливостям працівника, а за можливості - бути регульованими.

Третій напрям полягає в оптимізації режиму праці та відпочинку. Доцільно передбачати перерви, можливість зміни робочої пози та індивідуальне регулювання тривалості окремих видів навантаження.

Четвертим напрямом є формування сприятливого соціально-психологічного середовища. Воно передбачає недопущення дискримінації, коректну комунікацію, доступність підтримки та залучення працівника до обговорення питань, які безпосередньо стосуються його роботи.

П'ятим напрямом є регулярний перегляд ризиків. Зміна стану здоров'я, технології, обладнання або характеру трудових завдань може вимагати повторної оцінки умов праці та додаткової адаптації.

Ефективність адаптаційних заходів значною мірою залежить від участі самого працівника. Людина, яка безпосередньо виконує роботу, найкраще знає, які саме елементи робочого процесу створюють труднощі.

Тому оцінювання професійних ризиків доцільно проводити із залученням працівника. Це дозволяє виявляти не тільки очевидні фізичні бар'єри, а й труднощі, які можуть бути непомітними під час формального огляду робочого місця.

Участь працівника також має психологічне значення. Вона демонструє, що його думка враховується під час організації праці, а рішення щодо адаптації не нав'язуються без урахування реальних потреб.

Психосоціальна безпека працівників з інвалідністю є невід'ємною складовою сучасної системи охорони праці. Джерелами психосоціальних ризиків можуть бути не лише безпосередні фактори трудового процесу, а й фізичні та організаційні бар'єри, які обмежують професійну автономність людини. Недостатня доступність робочого середовища, необхідність постійної сторонньої допомоги, соціальна ізоляція, дискримінаційні практики та надмірне навантаження можуть створювати додаткове психоемоційне напруження.

Профілактика таких ризиків повинна передбачати комплексну адаптацію робочого місця, раціональну організацію праці, забезпечення професійної автономності, підготовку колективу та доступність необхідної соціальної підтримки. При цьому інвалідність працівника не повинна розглядатися сама по собі як джерело професійного ризику. Основним завданням системи охорони праці є усунення або мінімізація тих бар'єрів робочого середовища, які перешкоджають безпечній та повноцінній професійній діяльності.

Список використаних джерел

1. Конвенція ООН про права осіб з інвалідністю : прийнята резолюцією Генеральної Асамблеї ООН від 13.12.2006 р.
2. ISO 45003:2021. Psychological health and safety at work — Guidelines for managing psychosocial risks.
3. ISO 6385:2016. Ergonomic principles in the design of work systems.

ПСИХОЕМОЦІЙНИЙ СТАН ТА РЕСУРСИ КОПІНГ-ПОВЕДІНКИ БАТЬКІВ ДІТЕЙ З ІНВАЛІДНІСТЮ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Кубасова Христина
здобувачка вищої освіти магістерського рівня
Кафедра психології
Бердянський державний педагогічний університет, Україна

Анотація. Подано результати констатувального дослідження психоемоційного стану та копінг-поведінки батьків дітей з інвалідністю в умовах воєнного стану (N = 30) і зіставлено їх із даними українських досліджень. Встановлено, що у 40 % респондентів вигорання відповідає помірному або високому ризику, а його вираженість обернено пов'язана з резильєнтністю і прямо — з дезадаптивними копінг-стратегіями та тривожністю. Окреслено орієнтири психологічної допомоги.

Ключові слова: батьки дітей з інвалідністю, воєнний стан, психоемоційний стан, батьківське вигорання, копінг-поведінка, резильєнтність, тривожність.

Актуальність дослідження. Повномасштабна війна виступає екзогенним мультиплікатором хронічного стресу батьків, які виховують дітей з інвалідністю: до щоденного догляду додаються безпекові загрози, руйнування реабілітаційно-освітнього середовища та звуження соціальної підтримки. Протягом перших десяти місяців повномасштабного вторгнення частка родин, які виховують дітей з інвалідністю й мали доступ до необхідних послуг, скоротилася з 80 % до 47 % [1, с. 12]. Серед невирішених потреб 69 % респондентів назвали гостру нестачу психологічної підтримки, а 81 % — відсутність можливостей для соціалізації дітей [1, с. 12]. За таких умов психоемоційний стан батьків і ресурси їхньої копінг-поведінки набувають значення чинників, від яких залежить збереження здатності здійснювати догляд.

Ступінь дослідження проблеми. Психоемоційний стан батьків дітей з інвалідністю у воєнний період висвітлено в низці українських праць: у праці Т. Цупенко зафіксовано поширеність тривожності, розладів сну й емоційного виснаження та розрив між потребою в психологічній допомозі й її отриманням [2, с. 10]; Н. Булатевич і В. Лук'янець описали профіль батьківського вигорання матерів і роль копінг-стратегій [3, с. 47, 49]; Т. Яблонська, О. Верник і Г. Гайворонський адаптували для української вибірки опитувальник Brief-COPE [4]; масштаби скорочення доступу до послуг подано в аналітичному звіті [1, с. 12]. Водночас недостатньо розробленим залишається системне поєднання діагностики вигорання, копінг-стратегій, тривожності та резильєнтності батьків дітей з інвалідністю в умовах війни.

Мета дослідження. Метою є охарактеризувати психоемоційний стан і копінг-поведінку батьків дітей з інвалідністю в умовах воєнного стану та визначити орієнтири психологічної допомоги. Завдання: 1) з'ясувати рівень батьківського вигорання, тривожності й резильєнтності; 2) проаналізувати копінг-стратегії та їх зв'язок із вигоранням; 3) зіставити отримані результати з даними українських досліджень; 4) визначити мішені психологічної допомоги.

Сутність дослідження. Констатувальне дослідження проведено в Закарпатській області (м. Ужгород) у форматі живих зустрічей. Вибірку становили 30 батьків віком від 25 до 45 років (24 матері та 6 батьків-чоловіків; 25 місцевих жителів і 5 внутрішньо переміщених осіб), які виховують дітей з інвалідністю віком від 4 до 12 років. Застосовано україномовну версію опитувальника батьківського вигорання PBA-UA, опитувальник копінг-стратегій Brief-COPE, шкалу реактивної (РТ) та особистісної (ОТ) тривожності Спілбергера — Ханіна й шкалу резильєнтності CD-RISC-10. Взаємозв'язки аналізовано за коефіцієнтом Спірмена (rs). Опитувальник Brief-COPE Ч. Карвера в українській адаптації Т. Яблонської, О. Верник і Г. Гайворонського групує 14 шкал у три виміри: проблемно-орієнтований, емоційно-орієнтований та уникаючий [4, с. 70]; для аналізу використано сумарні показники адаптивних і дезадаптивних стратегій.

Батьківське вигорання. Середній бал за PBA становить 39,53 (SD = 17,95), що відповідає зоні низького ризику, проте розмах значень (7–70) засвідчує неоднорідність вибірки (табл. 1). У 10 респондентів (33,3 %) вигорання відсутнє, у 8 (26,7 %) — низький ризик, у 8 (26,7 %) — помірний, у 4 (13,3 %) — високий; отже, 12 осіб (40 %) мають помірний або високий ризик. За даними Н. Булатевич і В. Лук'янець, 25 % українських матерів у період війни демонструють високий та дуже високий рівень вигорання, а найвищі показники отримано за виснаженням від батьківської ролі (M = 3,22) [3, с. 47]. Пряме зіставлення обмежене, оскільки зазначені автори використовували стандартизовану шкалу, а їхні дані стосуються вибірки матерів.

Таблиця 1. Показники констатувального зрізу (N = 30)

Показник	**M**	**SD**	**Діапазон у вибірці**
PBA (вигорання)	39,53	17,95	7–70
Brief-COPE, адаптивні стратегії	54,23	5,47	40–67
Brief-COPE, дезадаптивні стратегії	21,60	6,87	10–36
Реактивна тривожність	32,37	10,44	20–64
Особистісна тривожність	34,10	11,59	23–67
CD-RISC-10 (резильєнтність)	26,93	5,78	17–37

Психоемоційний стан і потреба в допомозі. За даними Т. Цупенко, 70 % батьків дітей з інвалідністю в умовах війни відчувають підвищену тривожність, порушення сну, самотність і страх за майбутнє, а 80 % повідомляють про хронічне емоційне виснаження; водночас професійну психологічну допомогу отримують лише 30 % респондентів, хоча 65 % зазначають гостру потребу в ній [2, с. 10]. У власній вибірці висока реактивна тривожність виявлена у 4 осіб (13,3 %), висока особистісна — у 6 (20,0 %). Прямо порівнювати ці показники з відсотками Т. Цупенко некоректно через різні способи оцінювання, проте обидва джерела вказують на неоднорідність тривожності й потребу в підтримці.

Копінг-поведінка. Середній сумарний бал адаптивних стратегій становить 54,23 (за можливих 18–72), дезадаптивних — 21,60 (за можливих 10–40), що вказує на перевагу конструктивних способів подолання; водночас частина респондентів тяжіє до уникання та самозвинувачення. Адаптивні та дезадаптивні стратегії пов'язані зворотно ($r_s = -0{,}70$; $p < 0{,}01$). Вигорання прямо пов'язане з дезадаптивними стратегіями ($r_s = 0{,}54$; $p < 0{,}01$), а зв'язок з адаптивними стратегіями має негативний напрям, але є статистично незначущим ($r_s = -0{,}25$). Н. Булатевич і В. Лук'янець доводять, що спроби застосовувати активне подолання щодо воєнних чинників, які не піддаються особистому контролю (обстріли, вимкнення світла), виснажують адаптаційні ресурси та виступають

позитивним предиктором вигорання [3, с. 49]. Тому ефективність активного копінгу слід оцінювати з урахуванням того, чи спрямований він на підконтрольні обставини; у власній вибірці окремі субшкали не аналізувалися, і цей «парадокс» використано як теоретичний орієнтир.

Тривожність і резильєнтність. Реактивна й особистісна тривожність пов'язані тісно ($r_s = 0{,}81$; $p < 0{,}01$) і обидві прямо корелюють із вигоранням ($r_s = 0{,}45$ і $0{,}60$ відповідно). Середній бал CD-RISC-10 становить 26,93, низьких значень не зафіксовано, проте 10 осіб (33,3 %) мають рівень не вище середнього. Резильєнтність виявила найсильніший зворотний зв'язок із вигоранням ($r_s = -0{,}69$; $p < 0{,}01$), що дозволяє розглядати її як буферний ресурс. Описове зіставлення груп підтверджує цю картину: респонденти з РВА понад 45 балів ($n = 12$) мають вищі дезадаптивні стратегії (25,7 проти 18,9), реактивну (36,0 проти 29,9) та особистісну (39,7 проти 30,4) тривожність і нижчу резильєнтність (22,8 проти 29,7), ніж решта вибірки ($n = 18$). Через малий обсяг вибірки та кореляційний характер аналізу робити причинові висновки не можна.

Запит на підтримку. Щодо шляхів стабілізації власного стану, 75 % батьків дітей з інвалідністю вбачають вирішення проблеми в комплексній підтримці (психологічній, медичній, соціальній) та формуванні підтримувальних спільнот, спрямованих на зменшення відчуття соціальної ізоляції [2, с. 10]. Цей запит узгоджується з дефіцитом психологічної підтримки та можливостей соціалізації [1, с. 12].

Основні висновки. Констатувальне дослідження засвідчило неоднорідність психоемоційного стану батьків дітей з інвалідністю: поряд із групою без вигорання (33,3 %) виокремлюється група з помірним і високим ризиком (40 %). Вигорання прямо пов'язане з дезадаптивним копінгом і тривожністю та обернено — з резильєнтністю, причому саме з нею виявлено найсильніший зв'язок. Дані літератури підтверджують нестачу психологічної підтримки [1, с. 12; 2, с. 10] та негативну роль спроб контролювати непідконтрольні воєнні чинники [3, с. 49]. Мішенями психологічної допомоги визначено зниження виснаження, зменшення дезадаптивного й посилення адаптивного копінгу, саморегуляцію тривожності, підсилення особистісного ресурсу та подолання ізоляції. Ці орієнтири покладено в основу розроблення модифікованої тренінгової програми «Тепле коло».

Перспективи подальших розвідок пов'язані з перевіркою ефективності програм підтримки в плані з контрольною групою на більшій вибірці, дослідженням віддаленої стійкості ефектів і вивченням специфіки різних категорій батьків, зокрема батьків-чоловіків та внутрішньо переміщених осіб. Обмеженнями дослідження є невеликий обсяг вибірки, самооцінний характер методик і кореляційний дизайн.

Список використаних джерел

1. Невидимі на передовій: Інвалідність та дитинство у воєнній Україні. Потреби та бар'єри, з якими стикаються діти з інвалідністю та їхні сім'ї в постраждалих від війни громадах України : аналітичний звіт / War Child, AUFCR, Montessori UA. Київ, 2025. 12 с.

2. Цупенко Т. Психоемоційний стан батьків дітей з інвалідністю в умовах війни. Personality and Environmental Issues. 2024. Vol. 3, issue 4. P. 9–15.
3. Булатевич Н., Лук'янець В. Особливості батьківського вигорання матерів у часи війни. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Соціальна робота. 2023. Вип. 1 (9). С. 44–50.
4. Яблонська Т., Верник О., Гайворонський Г. Українська адаптація опитувальника Brief-COPE. Insight: the psychological dimensions of society. 2023. Вип. 10. С. 66–89. DOI: https://doi.org/10.32999/2663-970X/2023-10-4.

УЯВЛЕННЯ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ-ЛОГОПЕДІВ ПРО ДЖЕРЕЛА ПРОФЕСІЙНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Стахова Ольга Олександрівна
к. психол. н., доцент
Баргілевич Наталія Володимирівна
здобувачка вищої освіти, магістр
Соціально-психологічний факультет
Кафедра психології, логопедії та інклюзивної освіти
Житомирський державний університет
імені Івана Франка, Україна

У сучасних умовах стрімкого розвитку спеціальної освіти особливої актуальності набуває проблема професійного становлення майбутніх учителів-логопедів. Ефективність їх майбутньої професійної діяльності безпосередньо залежить від уміння орієнтуватися в інформаційних потоках, критично оцінювати та інтегрувати нові знання у практичну діяльність [1], [2].

Зважаючи на вищевказане, варто відмітити, що фундаментальне теоретичне підґрунтя й практична спрямованість джерел, з яких здобувачі вищої освіти черпають професійну інформацію, виступають важливим чинником формування їх фахової компетентності та професійної ідентичності. Відтак, із метою з'ясування компонентів цього інформаційного середовища нами було проведено емпіричне дослідження, один із етапів якого був спрямований на вивчення пріоритетів студентів щодо джерел отримання професійно значущих знань.

Аналіз відповідей на питання «Звідки ви отримуєте інформацію про свою майбутню професійну діяльність?» дозволив констатувати однорідність поглядів студентства. Узагальнені дані відповідей респондентів щодо каналів надходження професійної інформації вказують на те, що інформаційне поле здобувачів ЗВО (n=28), які навчаються в Житомирському державному університеті імені Івана Франка на соціально-психологічному факультеті за освітньо-професійною програмою «Спеціальна освіта. Логопедія», є відносно однорідним.

Так, абсолютно всі учасники констатувального експерименту орієнтуються на здобуття фахових знань насамперед у стінах вишу. При цьому першочерговий

пріорітет в освітньому просторі університету вони віддають безпосередній взаємодії з викладачами на лекціях і семінарах, акцентуючи на заняттях, що мають прикладний характер завдяки залученню стейкхолдерів. Паралельно з цим дієвим інструментом накопичення знань для майбутніх фахівців ще одним важливим джерелом формування професійних знань виступає практичний досвід, сформований у процесі активної навчальної та виробничої практики на базах освітніх установ.

Однією зі складових академічної підготовки студентської молоді у ЗВО залишається самостійна робота магістрів із профільними джерелами – підручниками, посібниками, актуальність якої зафіксовано у 92% відповідей проведеного нами анкетування. При цьому цифрові аналоги та паперові носії інформації сприймаються майбутніми фахівцями як рівноцінні елементи самоосвіти.

Окремим стимулом для розширення професійного кругозору є тематичні зустрічі й гостьові лекції, що ініціюються професорсько-викладацьким складом випускової кафедри. Ця інтерактивна форма комунікації розглядається 28% респондентів як унікальна можливість з'ясувати реальні нюанси логопедичної корекції безпосередньо від авторитетних експертів ринку.

Поряд із класичними дидактичними каналами вагоме місце в інформаційній структурі посів медіаконтент. Майже вся вибірка опитаних (96%) задовольняє свій професійний інтерес через аналіз публікацій у популярних соціальних медіа (зокрема, Instagram, Telegram, YouTube, TikTok і Facebook). Мотивом для моніторингу студентами віртуальних щоденників логопедів-практиків є намір компенсувати академічну теорію наочним розглядом клінічних випадків, лайфхаками та живими експертними рекомендаціями у максимально доступній для сприйняття формі.

Додатковим вектором інтеграції у фахове середовище для 35% учасників анкетування є науково-комунікативна активність. Так, під час дослідницької розвідки студенти зазначили, що розглядають участь у вебінарах, профільних семінарах і круглих столах, науково-практичних конференціях різного рівня як платформу для відстеження інновацій та залучення останніх у практику професійної діяльності.

Таким чином, узагальнюючи результати опитування, слід підкреслити, що що інтеграція традиційних університетських методів із медійними ресурсами й науковою діяльністю закладає підґрунтя для розбудови професійного світогляду майбутніх спеціалістів. Проте помітне перебільшення ролі блогів і коротких відеоформатів несе в собі ризик формування кліпового або поверхневого бачення суті логопедичної допомоги. Адже розважальний чи популярний контент у мережі зазвичай демонструє лише ефектний фінал корекції («картинку успіху»), залишаючи поза увагою складну, системну та тривалу корекційну роботу.

Список використаних джерел

1. Савінова Н. В., Карпенко К. М. Цифрова компетентність вчителя-логопеда як показник професійної ідентичності у сучасних освітніх викликах. Науковий часопис Українського державного університету імені Михайла Драгоманова. Серія 19. Корекційна педагогіка та спеціальна психологія. Київ, 2025. Вип. 49. С. 136-143. URL : https://sj.udu.edu.ua/index.php/kpsp/uk/article/view/197/304 (дата звернення : 18.12.2025).
2. Чупахіна С. В., Потапчук Т. В., Лякішева А. В. Підготовка майбутніх учителів-логопедів до педагогічної діяльності в умовах інклюзивного освітнього середовища. Академічні студії. Серія «Педагогіка». Луцьк, 2022. Вип. 1. С. 159-167. URL : https://academstudies.volyn.ua/index.php/pedagogy/article/view/315/299 (дата звернення : 23.04.2026).

Section: Social Work and Consultation

УМОВИ ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ КЕРІВНИКІВ НАДАВАЧІВ СОЦІАЛЬНИХ ПОСЛУГ ЗАСОБАМИ ПРОЄКТНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Вішталюк Валерія Володимирівна
аспірант/здобувач наукового ступеня доктора філософії
з галузі знань Охорона здоров'я та соціальне забезпечення
Київський столичний університет імені Бориса Грінченка
Україна

Сучасні трансформаційні процеси у сфері соціальної роботи в Україні зумовлюють необхідність удосконалення підходів до професійного розвитку керівників надавачів соціальних послуг. В умовах воєнного стану, зростання соціальних потреб населення, обмеженості ресурсів та необхідності впровадження інноваційних управлінських рішень особливого значення набуває створення умов для формування професійної компетентності керівників надавачів соціальних послуг. Одним із перспективних засобів забезпечення цього процесу є проєктна діяльність, яка дозволяє поєднувати професійне навчання з практичним вирішенням актуальних проблем функціонування соціальних установ та організацій.

Професійна компетентність керівників надавачів соціальних послуг охоплює комплекс знань, умінь, практичного досвіду та особистісних характеристик, необхідних для ефективного виконання управлінських функцій. Професійну компетентність соціального працівника в сучасних наукових підходах можна трактувати як цілісну систему взаємопов'язаних компонентів, до яких належать фахові знання, практичні вміння, професійний досвід, ціннісні орієнтації та особистісні характеристики. Її становлення відбувається поступово та охоплює навчальну й практичну діяльність, професійне спілкування, набуття досвіду взаємодії з клієнтами, а також аналіз й оцінювання власних професійних дій [1]. Зазначене положення дозволяє розглядати формування професійної компетентності керівників надавачів соціальних послуг як комплексний процес, ефективність якого залежить від створення відповідних організаційних, освітніх і методичних умов, зокрема шляхом залучення до проєктної діяльності.

У контексті досліджуваної проблеми особливого значення набуває визначення умов, за яких проєктна діяльність може виступати ефективним засобом формування професійної компетентності керівників надавачів соціальних послуг. Такі умови доцільно розглядати як сукупність взаємопов'язаних організаційних, освітніх та методичних чинників, які забезпечують цілеспрямоване залучення керівників до розроблення, реалізації та

оцінювання соціальних проєктів, сприяючи розвитку їхніх управлінських, комунікативних, аналітичних і лідерських компетентностей.

Першою умовою є забезпечення практикоорієнтованого характеру професійного розвитку керівників надавачів соціальних послуг шляхом їх безпосереднього залучення до проєктної діяльності. Її реалізація передбачає використання реальних професійних ситуацій, пов'язаних із визначенням потреб отримувачів соціальних послуг, аналізом проблем громади, розробленням соціальних ініціатив, плануванням ресурсів та організацією виконання проєктних завдань. Важливим є не лише засвоєння теоретичних основ проєктного менеджменту, а й набуття практичного досвіду застосування відповідних інструментів у діяльності конкретного надавача соціальних послуг. Такий підхід сприяє розвитку здатності керівників самостійно приймати управлінські рішення, прогнозувати результати діяльності та забезпечувати ефективне використання наявних ресурсів.

Другою умовою є створення належного організаційно-методичного забезпечення проєктної діяльності. Формування професійної компетентності керівників надавачів соціальних послуг потребує доступу до сучасних методичних матеріалів, практичних рекомендацій, алгоритмів розроблення соціальних проєктів, інструментів стратегічного планування, моніторингу та оцінювання результатів. Важливим складником реалізації цієї умови є організація навчальних заходів, практичних семінарів, тренінгів та консультаційної підтримки, спрямованих на вдосконалення навичок проєктного управління. Наявність системного методичного супроводу дозволяє забезпечити послідовність формування професійних компетентностей та підвищити готовність керівників до самостійного застосування проєктних технологій у професійній діяльності.

Третьою умовою є розвиток мотивації керівників надавачів соціальних послуг до участі у проєктній діяльності та безперервного професійного вдосконалення. Ефективність формування професійної компетентності значною мірою залежить від усвідомлення керівниками необхідності оновлення професійних знань, опанування інноваційних управлінських підходів і підвищення власної професійної спроможності. Формуванню позитивної мотивації сприяє залучення керівників до розроблення проєктів, спрямованих на вирішення актуальних проблем їхніх установ і територіальних громад. Важливе значення має також можливість спостерігати практичні результати власної діяльності, оцінювати досягнення поставлених цілей та визначати перспективи подальшого професійного розвитку.

Четвертою умовою є забезпечення партнерської взаємодії та професійної комунікації у процесі реалізації проєктної діяльності. Ефективне управління соціальними проєктами передбачає налагодження співпраці між надавачами соціальних послуг, органами місцевого самоврядування, громадськими організаціями, благодійними фондами та іншими зацікавленими сторонами. Залучення керівників до міжсекторальної взаємодії створює можливості для

розвитку комунікативних, організаційних і лідерських компетентностей, удосконалення навичок командної роботи, ведення переговорів та координації спільних дій. Водночас обмін професійним досвідом і спільне вирішення практичних завдань сприяють поширенню ефективних управлінських практик у сфері надання соціальних послуг.

П’ятою умовою є впровадження систематичного моніторингу, оцінювання та професійної рефлексії результатів проєктної діяльності. Реалізація цієї умови передбачає визначення критеріїв і показників сформованості професійної компетентності, здійснення оцінювання професійних знань та практичних умінь керівників, аналіз результатів виконання проєктних завдань і виявлення потреб у подальшому професійному розвитку. Особливого значення набуває рефлексивний аналіз власних управлінських рішень, труднощів, що виникають під час реалізації соціальних проєктів, та можливостей удосконалення професійної діяльності. Такий підхід дозволяє забезпечити зворотний зв’язок між набутим досвідом і подальшим розвитком професійної компетентності.

Визначені умови формування професійної компетентності керівників надавачів соціальних послуг засобами проєктної діяльності є взаємопов’язаними та передбачають комплексну реалізацію. Практикоорієнтоване навчання забезпечує набуття професійного досвіду, організаційно-методичний супровід створює необхідне підґрунтя для здійснення проєктної діяльності, мотиваційна складова стимулює професійний розвиток, партнерська взаємодія сприяє вдосконаленню управлінських і комунікативних умінь, а систематичне оцінювання та рефлексія забезпечують усвідомлення результатів і визначення напрямів подальшого професійного зростання.

Можна зробити висновок, що формування професійної компетентності керівників надавачів соціальних послуг засобами проєктної діяльності потребує створення комплексу взаємопов’язаних організаційних, освітніх та методичних умов, спрямованих на інтеграцію професійного навчання з практичною управлінською діяльністю. Запропоновані умови можуть становити основу для розроблення відповідної моделі професійного розвитку керівників надавачів соціальних послуг. Перспективою подальшого дослідження є їх теоретичне обґрунтування, конкретизація механізмів реалізації та експериментальна перевірка ефективності у процесі професійного розвитку керівників надавачів соціальних послуг.

Список використаних джерел

1. Бацман О. С., Каркач А. В., Черняк Н. С. Формування професійних компетентностей майбутніх соціальних працівників в умовах сучасних суспільних викликів. Імідж сучасного педагога. 2026. № 5(230). С. 11–21. https://doi.org/10.33272/2522-9729-2026-5(230)-11-21

ВОЄННІ ЧИННИКИ СЕРЕДОВИЩА ЯК РИЗИКИ СОЦІАЛЬНОЇ ДЕЗАДАПТАЦІЇ СТУДЕНТІВ

Гончаренко М.В.
здобувачка вищої освіти магістерського рівня
спеціальності «Соціальна робота та консультування»
Кафедра соціальної педагогіки та соціальної роботи,
Київський столичний університет імені Бориса Грінченка, Україна

Період навчання у закладах вищої освіти є важливим етапом становлення особистості, що передбачає професійне самовизначення, розширення соціальних зв'язків і розвиток самостійності. В умовах повномасштабної війни традиційні труднощі студентського життя ускладнюються безпековими загрозами, вимушеним переміщенням, економічною нестабільністю та порушенням звичного освітнього процесу. Ці обставини можуть впливати на психоемоційний стан молоді, її навчальну діяльність і можливості підтримувати соціальні контакти.

Дослідження впливу війни та вимушеного переміщення на психічне здоров'я студентів засвідчує актуальність вивчення наслідків воєнних подій для студентської молоді [1]. Водночас важливим є врахування не лише безпосередніх загроз життю та здоров'ю, а й повсякденних обставин, які поступово ускладнюють адаптацію: нестачі належних умов для навчання, переривання освітнього процесу, фінансових труднощів і послаблення соціальної підтримки.

Соціальна дезадаптація студентів може проявлятися у труднощах пристосування до змінених умов життя, зниженні навчальної мотивації, порушенні міжособистісної взаємодії та відчутті соціальної ізольованості. За одночасного впливу кількох несприятливих обставин ці прояви можуть посилюватися, особливо якщо студент має обмежені можливості для відновлення ресурсів і отримання необхідної допомоги.

Важливим ресурсом подолання труднощів є стресостійкість, яка допомагає людині пристосовуватися до складних обставин і підтримувати повсякденне функціонування. Л. М. Потапюк розглядає особливості формування стресостійкості студентів в умовах російсько-української війни, наголошуючи на актуальності цієї проблематики для студентської молоді [2]. Водночас адаптація залежить не лише від індивідуальних особливостей людини, а й від зовнішніх умов, доступності соціальної підтримки та можливості продовжувати навчання в безпечному та передбачуваному середовищі.

Воєнні чинники середовища доцільно систематизувати за характером їхнього впливу на повсякденне життя студентів. Такий підхід дає змогу визначити основні джерела ризику соціальної дезадаптації та окреслити можливі напрями профілактичної роботи. Основні групи воєнних чинників та їхній можливий вплив на адаптацію студентів наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Воєнні чинники середовища та їх можливий вплив на адаптацію студентів [1-3]

Група чинників	**Прояви**	**Можливі наслідки для адаптації**
Безпекові	повітряні тривоги, обстріли, хвилювання за безпеку близьких	порушення сну, хронічна напруга, труднощі з концентрацією
Інфраструктурні	відключення світла й інтернету, брак пристрою для навчання	пропуски занять, неможливість вчасно виконувати завдання
Житлово-побутові	переміщення, тіснота, відсутність тихого місця, побутове навантаження	втрата умов для навчання, втома
Економічні	брак коштів, нестабільність доходу, робота	дефіцит часу й сил на навчання, тривога щодо майбутнього
Інформаційні й організаційні	новини про війну, зміни формату й розкладу, невизначеність	підвищена тривожність, зниження довіри до закладу освіти
Соціальні	розрив зв’язків, служба чи втрата близьких	самотність, зменшення підтримки

* сформовано автором на основі [1–3]

Вплив воєнних чинників на соціальну адаптацію студентів може відрізнятися залежно від індивідуальних можливостей, наявності підтримки з боку близьких і доступу до необхідної допомоги. Поєднання безпекових, інфраструктурних, економічних і соціальних труднощів може призводити до накопичення втоми, зниження концентрації уваги, порушення навчального ритму та послаблення соціальних зв’язків. За недостатності адаптаційних ресурсів такі обставини можуть підвищувати ризик соціальної дезадаптації.

З огляду на це профілактика соціальної дезадаптації студентів має передбачати гнучкість організації освітнього процесу під час повітряних тривог і відключень електроенергії, своєчасне інформування про зміни в навчанні, створення безпечних умов для освітньої діяльності, а також доступність психологічної та соціальної підтримки. Важливими напрямами є також підтримання соціальних зв’язків, урахування потреб студентів, які вимушено перемістилися, і створення умов для поєднання навчання з актуальними життєвими обставинами.

Отже, воєнні чинники середовища можуть створювати комплексні ризики соціальної дезадаптації студентської молоді, впливаючи на її психоемоційний стан, навчальну діяльність, матеріальне становище та соціальні зв’язки. Систематизація цих чинників дає змогу комплексно розглядати труднощі, з якими стикаються студенти в умовах війни, та визначати напрями профілактичної роботи. Зменшення ризиків соціальної дезадаптації потребує не лише підтримки індивідуальної стресостійкості, а й створення доступних умов для навчання, збереження соціальних контактів і своєчасного отримання психологічної та соціальної допомоги.

Список використаних джерел

1. Авдєєнко О. І., Шелудько Є. Ю., Малик Н. В. Вплив війни і вимушеного переміщення на психічне здоров'я студентів // Modern Research in World Science: матеріали міжнародної науково-практичної конференції. Львів, 2023.
2. Потапюк Л. М. Особливості формування стресостійкості студентів в умовах російсько-української війни // Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: Психологія. 2023. Вип. 2. С. 34–38. URL: http://psy-visnyk.uzhnu.uz.ua/index.php/psy/article/view/206/292.
3. Нечипорук Л. Особливості соціалізації підлітків в умовах воєнного стану в Україні. Інноватика у вихованні. 2024. Вип. 1 (20). С. 89–95. URL: https://ojs.itup.com.ua/index.php/iiu

Section: Technical Sciences

MODERN INFORMATION SYSTEMS FOR IT PROJECT MANAGEMENT: ARCHITECTURE AND PROCESS OPTIMIZATION BASED ON JIRA

Motelchuk Anastasiia
Bachelor student
Ivanov Yurii
Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor
Borysiuk Dmytro
Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor
Kryvogubchenko Sergii
Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor
Vinnytsia National Technical University, Ukraine

IT project management is becoming increasingly complex due to the rapid growth in the scale of software development and the widespread shift of teams to distributed or hybrid work. When developers, testers, business analysts and managers work in different cities, countries and even time zones, traditional control methods – spreadsheets, email correspondence or basic task-tracking tools – largely lose their effectiveness. Information about the progress of work is stored in separate, unconnected sources, reports quickly become outdated, and the project manager spends a significant share of time clarifying the current status instead of making decisions. Modern projects require a unified information space (Single Source of Truth) that ensures end-to-end transparency at every stage of development. This is why IT companies are adopting specialized management information systems that make it possible to synchronize the work of cross-functional teams and respond quickly to changes in customer requirements [1, 2].

One of the most widely used project management solutions, especially for projects following Agile methodologies (Scrum, Kanban), is the Atlassian Jira platform [3]. Its architecture is based on an object-oriented approach in which the basic unit of work is an issue with a set of attributes: type, priority, assignee, status, expected completion time and links to other issues [4]. The system makes it possible to classify issues by level of complexity and business value. At the highest level are epics – large initiatives or system modules. They are decomposed into smaller entities: user stories, tasks and bugs. Each item at this level is broken down into technical sub-tasks. Such a hierarchical structure allows the team to turn complex requirements into clear steps and to estimate the scope of work more accurately, both in hours and in relative units of complexity – Story Points [5]. The overall scheme of process organization in the Jira information system is shown in Fig. 1.

This hierarchy is directly linked to the planning process. During sprint planning in Scrum, the team selects from the Product Backlog those stories whose total estimate matches its actual capacity [6]. In the Kanban approach, tasks move across the board continuously, while the number of items in progress at the same time is restricted by WIP (Work In Progress) limits, which prevents the team from being overloaded [7]. Jira supports both modes, so an organization can choose the model that best suits the nature of the project or combine them.

A key advantage of the system is the ability to flexibly configure workflows. The life cycle of each issue can be adapted in detail to the needs of a specific project. For example, a typical issue path consists of a sequence of statuses: requirements analysis, development, code review, testing and release. For each transition between statuses, the administrator can define conditions, validators and post functions. Thus, the system can be configured so that an issue cannot move to the testing stage until the developer attaches a link to the completed code or until the code passes an automated quality check [4]. This eliminates confusion about responsibility at each stage and improves overall team discipline.

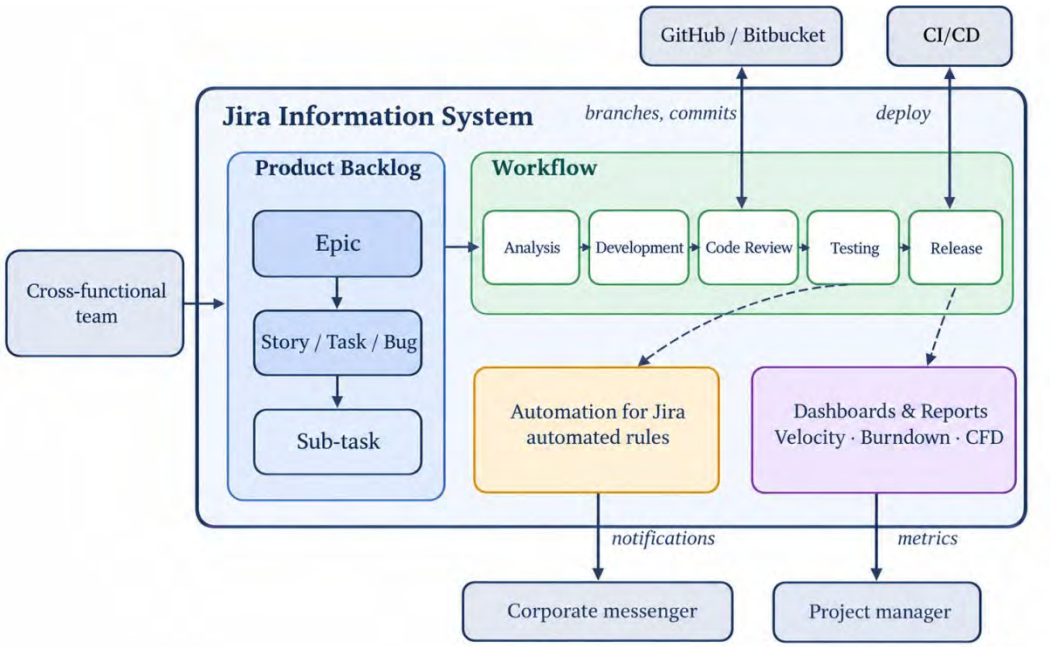


Figure 1. Architecture of IT project management processes based on Jira

An important role in optimization is played by Automation for Jira, which automatically performs predefined actions in response to specific events in the system and relieves the team of a significant share of routine work. For example, when all related sub-tasks are completed, the system automatically updates the status of the parent issue. Automation also simplifies incident response: critical bugs can be assigned immediately to the on-call engineer, while the team instantly receives a notification in the corporate messenger [4]. A comparison of traditional management methods and optimized Jira-based processes is presented in Table 1.

Table 1. Comparison of traditional management methods and optimized Jira-based processes

Process characteristic	Traditional approaches	Optimized Jira-based system
Task status transparency	Low (requires constant meetings and manual reports)	High (real-time visualization on boards)
Automation of routine work	Minimal (all actions are performed manually)	High (automated triggers and notifications)
Quality control (QA)	Separated from the main development process	Fully integrated into the issue life cycle
Analytics and metrics	Manual calculation of performance indicators	Automatic generation of reports based on Agile metrics

In addition to configuring internal processes, modern systems require integration with third-party development tools (for example, GitHub or Bitbucket) and continuous integration and delivery (CI/CD) systems [8]. It is enough to include the issue key in a branch name or commit message, and Jira automatically links the corresponding code changes, pull requests and build results to that issue. As a result, developers do not need to update statuses manually: creating a new branch, merging code or a successful deployment automatically moves the issue to the next stage. At the same time, the project manager can see the full path of each issue – from the initial requirement to the specific code changes included in the release.

Finally, built-in analytics tools and dashboards make it possible to collect objective performance metrics in real time. Velocity charts and burndown charts clearly show whether the team is on track to complete the planned scope of work by the end of the sprint [9], while the Cumulative Flow Diagram reveals the stages where tasks accumulate and the greatest delays occur [7]. With these tools, management can redistribute the workload in a timely manner and make data-driven decisions rather than relying on subjective judgments.

In conclusion, the use of information systems such as Jira fundamentally changes the approach to IT project management. A hierarchical model of work items, flexibly configured workflows, automation of routine actions and integration with development tools allow the team to spend much less time on organizational issues and focus on building the software product itself. As a result, the development process becomes manageable, transparent and predictable, and project decisions are made on the basis of objective data.

References

1. Kerzner, H. (2017). Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling. Wiley.
2. Pressman, R. S., & Maxim, B. R. (2019). Software Engineering: A Practitioner's Approach. McGraw-Hill Education.
3. Highsmith, J. (2009). Agile Project Management: Creating Innovative Products. Addison-Wesley Professional.
4. Atlassian. Jira Cloud support. Atlassian Support. URL: https://support.atlassian.com/jira-software-cloud/.

5. Cohn, M. (2004). User Stories Applied: For Agile Software Development. Addison-Wesley Professional.
6. Schwaber, K., & Sutherland, J. (2020). The Scrum Guide. Scrum.org. URL: https://scrumguides.org/scrum-guide.html.
7. Kniberg, H., & Skarin, M. (2010). Kanban and Scrum: Making the Most of Both. C4Media.
8. Humble, J., & Farley, D. (2010). Continuous Delivery: Reliable Software Releases through Build, Test, and Deployment Automation. Addison-Wesley Professional.
9. Rubin, K. S. (2012). Essential Scrum: A Practical Guide to the Most Popular Agile Process. Addison-Wesley Professional.

DOI 10.70286/EOSS-26.10.2026.020.427-432

PREDICTIVE SPEED CONTROL OF A CONVEYOR UNIT FOR MINIMISING ELECTRICITY CONSUMPTION

Nikulin Andrii
Engineer-Technologist, Mechanical Engineering Technologist
smart-mechtech

Abstract. A model predictive control (MPC) algorithm is proposed for regulating the speed of a belt conveyor on the basis of a mass flow rate forecast. The optimisation accounts for the drive power characteristic, the permissible linear loading of the belt and the limit on speed change between intervals. Constant-speed and predictive operation were compared in a six-step computational scenario lasting 60 min. Under the adopted simplified model, electrical energy consumption decreased from 29.62 to 23.03 kWh (by 22.24%), whereas the transported mass remained unchanged at 385 t. Anticipatory speed correction ahead of a sharp increase in feed rate ensured compliance with the specified loading limit. The parameter values and the flow profile were assumed for an illustrative calculation; the reported effect therefore requires verification on a real conveyor unit.

Keywords: belt conveyor, predictive control, MPC, energy efficiency, variable-frequency drive, mass flow rate, speed constraints.

Introduction. Belt conveyors provide continuous transport of bulk materials in mining, logistics and manufacturing. When the incoming material flow varies, operation at a constant rated speed leads to an underloaded belt and additional energy expenditure. The calculation of tensile forces and operating power is governed by ISO 5048 [1], whereas the energy efficiency of an electric drive is to be assessed at operating points defined by load torque and rotational speed in accordance with IEC 61800-9-2 [2].

Model-based speed regulation has evolved from energy models with identified coefficients to closed-loop control over a prediction horizon [3; 4]. The dependence of power consumption on belt speed and mass feed rate has been confirmed in studies on the optimisation of variable-frequency conveyors [5; 6], which also demonstrate the need to respect constraints whenever the belt motion mode changes [6]. Specific energy consumption provides an additional efficiency criterion [7].

Purpose and objectives of the study. The purpose of the study is the development of a predictive optimisation law for conveyor speed and the quantitative assessment of its energy efficiency under a reproducible material flow scenario. The objectives comprised determining the dependence of power on speed and feed rate, formulating the loading and speed ramp constraints and comparing energy consumption under predictive and constant-speed operation.

Materials and methods. The study combined analytical energy modelling with discrete receding-horizon optimisation (model predictive control, MPC). Solving the optimisation problem at every step from the updated system state follows the approach described by J. B. Rawlings et al. [8]. The computational object was a single conveyor with a variable-frequency drive operated over six equal intervals of $\Delta t = 10$ min. The initial speed was 3.0 m/s, the operating range 1.0–3.0 m/s and the speed change limit $|v_k - v_{k-1}| \leq 0.5$ m/s per interval. The design permissible linear loading was 100 kg/m, and the computational limit, which includes a safety margin, was 80 kg/m. The assumed feed profile was 240, 300, 480, 330, 690 and 270 t/h. The parameters do not represent the rated data of any industrial equipment.

The transported mass over the 60-min period was obtained by integrating the stepwise feed. The same sequence Q was applied to two systems: in the first, the speed remained constant at 3.0 m/s; in the second, it was determined by the MPC. Any change in the energy indicator is therefore unrelated to a reduction in throughput. The benefit of prediction was additionally assessed against a contrasting local-response mode in which the controller knows only the current feed and selects the lowest attainable speed. Feasibility was assessed separately from electricity consumption: a mode was considered feasible only if the speed bounds, the speed step limit and the linear loading limit were all satisfied, energy consumption was compared only between feasible modes, and any constraint violation was regarded as failure of the control task.

The mass flow rate Q_k (t/h), belt speed v_k (m/s) and linear loading μ_k (kg/m) are related by the balance equation:

$$\mu_k = \frac{Q_k}{3.6 v_k},\ v_k \geq \frac{Q_k}{3.6 \mu_{lim}},\ \mu_{lim} = 80 \text{ kg/m} \quad (1)$$

For a transparent computational comparison, a local quasi-steady approximation of electrical power was adopted, comprising a constant loss component, a speed-dependent motion resistance component and a material transport component:

$$P_k = 4 + 7 v_k + 0.012 Q_k, \text{ kW} \quad (2)$$

The coefficients 4 kW, 7 kW/(m/s) and 0.012 kW/(t/h) were specified for the demonstration model; in an industrial system, they must be identified from measured P, v and Q. Equation (2) is applicable only within the stated range of speeds and loads.

The model does not reproduce the distribution of material along a long conveyor or the mechanical oscillations of the belt.

At each step k, the controller receives the forecast $\hat{Q}$ for the next three intervals (N = 3, i.e. 30 min), minimises the sum of predicted energy consumption subject to the constraints and applies only the first computed speed value. The forecast is then updated and the optimisation is repeated:

$$\min_{v_j} \sum_{j=k}^{k+N-1} P(v_j, \hat{Q}_j)\Delta t;\ 1 \le v_j \le 3;\ |v_j - v_{j-1}| \le 0.5;\ \mu_j \le 80 \quad (3)$$

Since P increases monotonically with speed within the adopted range, the solution tends towards the lowest feasible speed while retaining a reserve for subsequent increases in feed.

The MPC procedure implies cyclic interaction between the prediction and actuation loops (Fig. 1). The incoming flow can be measured by a belt scale or a flow scanner at the loading point, and the feed for subsequent intervals can be taken from the feeder schedule or a separate forecasting model. The optimiser sends the first of the computed safe speed values to the frequency converter as a set-point, and feedback on the actual speed, motor current and feed refines the initial conditions for the next computation. In the present example, measured signals and forecasts were replaced by a precisely known scenario, which isolates the effect of the predictive control principle itself.

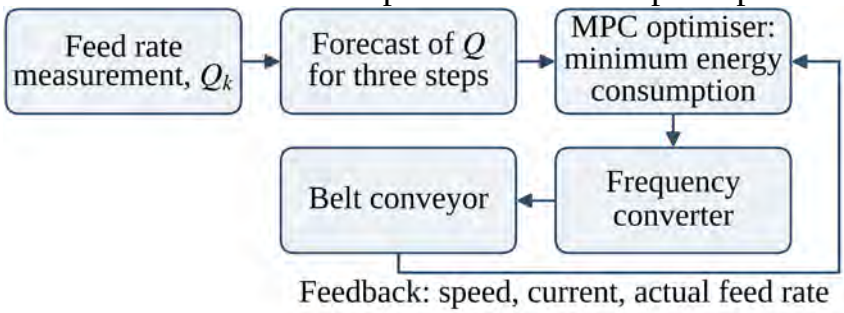


Figure 1. Functional diagram of the proposed predictive control loop
Source: developed by the author

The value of 0.5 m/s per 10 min bounds only the difference between adjacent discrete set-points; acceleration and braking times and permissible peak loads of a real drive must be determined separately, and for long conveyors the forecast must be shifted by the travel time of the material from the loading point to the controlled section.

Research results and discussion. The MPC speed sequence was 2.500, 2.000, 1.667, 1.896, 2.396 and 1.896 m/s, obtained with an error-free three-step forecast of Q. The fourth interval proved decisive: at a feed of 330 t/h, the current speed requirement was only 1.146 m/s, yet the algorithm set 1.896 m/s so as to reach 2.396 m/s in the next interval before the arrival of 690 t/h. This anticipation ensured compliance with the constraint $\mu \le 80$ kg/m (Table 1).

Table 1. Computed conveyor performance indicators under two control modes

Step	Q, t/h	v_{const}, m/s	v_{MPC}, m/s	μ_{MPC}, kg/m	P_{const}, kW	P_{MPC}, kW
1	240	3.000	2.500	26.67	27.88	24.38
2	300	3.000	2.000	41.67	28.60	21.60
3	480	3.000	1.667	80.00	30.76	21.43
4	330	3.000	1.896	48.35	28.96	21.23
5	690	3.000	2.396	80.00	33.28	29.05
6	270	3.000	1.896	39.56	28.24	20.51

Note. const – constant speed; MPC – model predictive control.
Source: calculated by the author using (1)–(3)

With $\Delta t = 1/6$ h, the computed electricity consumption amounted to 29.62 kWh at constant speed and 23.03 kWh under MPC, i.e. a saving of 6.59 kWh, or 22.24%. The transported mass was 385 t in both cases, so the specific energy consumption decreased from 0.0769 to 0.0598 kWh/t. The corresponding power profiles are shown in Fig. 2.

Without prediction, the local-response mode could raise the speed to only 1.667 m/s in the fifth interval because of the 0.5 m/s change limit. At 690 t/h, this would yield $\mu = 115$ kg/m, exceeding the computational limit by 43.75%. This mode was rejected as technologically infeasible, and its lower energy consumption was excluded from the efficiency assessment. The same failure occurs with $N = 1$, since the controller then relies only on the current value of Q. A forecast covering at least the next interval is sufficient for the given feed surge, since reaching a safe speed requires an earlier command. The horizon $N = 3$ is therefore a parameter of the scenario rather than a universal optimum: greater drive inertia or several consecutive flow surges require a horizon matched to the longest significant transient process, including acceleration time and transport delay.

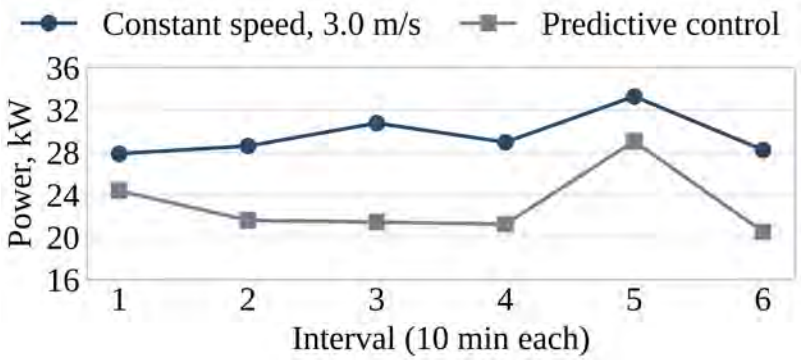


Figure 2. Comparison of computed electrical power over six intervals
Source: plotted by the author

The figure of 22.24% characterises only the specified scenario and the coefficients of (2); it is not a result of measurements on an industrial conveyor. The margin of 80 instead of 100 kg/m ensures that, at unchanged speed, a feed exceeding the forecast by up to 10% keeps the loading within the design limit (88 kg/m at most). This check covers belt capacity but does not confirm compliance with constraints on belt tension, motor temperature or transient processes.

The sensitivity of the result to the speed coefficient in (2) was also assessed. With the flow, the speed trajectories and the coefficients 4 kW and 0.012 kW/(t/h) unchanged, varying the coefficient of v from 5 to 9 kW/(m/s) yielded relative savings of 19.92% and 23.78%, respectively, against 22.24% for the central value of 7 kW/(m/s). The quantitative effect thus depends on the electromechanical system [3; 7] and requires measurement-based identification before the estimate is transferred to a specific enterprise. The energy advantage of MPC persisted in all three variants owing to the reduction in mean speed from a constant 3.000 to 2.059 m/s. Acceleration losses, drive pulley slip, longitudinal belt oscillations and motor thermal limits were not investigated, and the actual effect will also depend on conveyor length, route profile, bulk material properties and power electronics efficiency.

A further limitation is the maximum throughput at the computational loading: at $v = 3.0$ m/s and $\mu_{lim} = 80$ kg/m, it equals 864 t/h. A forecast above this level makes the speed problem incompatible with the constraints, and the supervisory system must then adjust the feeder output, redistribute the load or suspend loading. A predictive controller therefore requires a separate procedure for detecting infeasible production commands, which takes priority over power minimisation.

Conclusions. A computational principle of MPC-based conveyor control was developed that combines a mass flow forecast, minimisation of electricity consumption and enforcement of speed and linear loading constraints. In the six-step scenario, predictive regulation reduced electricity consumption by 22.24% relative to a constant speed of 3.0 m/s while transporting 385 t within the 80 kg/m limit. Anticipation of feed increases proved necessary for timely acceleration without violating the specified speed change limit. The model serves the preliminary evaluation of the algorithm; engineering application requires the identification of $P(v, Q)$ from synchronised measurements, allowance for signal and transport delays, a horizon matched to production cycles and experimental verification of dynamic loads.

References

1. ISO 5048:1989. Continuous mechanical handling equipment – Belt conveyors with carrying idlers – Calculation of operating power and tensile forces. 2nd ed. Geneva : International Organization for Standardization, 1989. 12 p. URL: https://www.iso.org/standard/11069.html (date of access: 16.10.2026).
2. IEC 61800-9-2:2023. Adjustable speed electrical power drive systems (PDS) – Part 9-2: Ecodesign for motor systems – Energy efficiency determination and classification. Ed. 2.0. Geneva : International Electrotechnical Commission, 2023. 276 p. URL: https://webstore.iec.ch/en/publication/62107 (date of access: 16.10.2026).
3. Zhang S., Xia X. Modeling and energy efficiency optimization of belt conveyors. Applied Energy. 2011. Vol. 88, № 9. P. 3061–3071. DOI: https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2011.03.015.

4. Luo J., Huang W., Zhang S. Energy cost optimal operation of belt conveyors using model predictive control methodology. Journal of Cleaner Production. 2015. Vol. 105. P. 196–205. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.09.074.
5. Ji J., Miao C., Li X., Liu Y. Speed regulation strategy and algorithm for the variable-belt-speed energy-saving control of a belt conveyor based on the material flow rate. PLOS ONE. 2021. Vol. 16, № 2. Article e0247279. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247279.
6. He D., Pang Y., Lodewijks G. Green operations of belt conveyors by means of speed control. Applied Energy. 2017. Vol. 188. P. 330–341. DOI: https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.12.017.
7. Kawalec W., Suchorab N., Konieczna-Fuławka M., Król R. Specific energy consumption of a belt conveyor system in a continuous surface mine. Energies. 2020. Vol. 13, № 19. Article 5214. DOI: https://doi.org/10.3390/en13195214.
8. Rawlings J. B., Mayne D. Q., Diehl M. Model predictive control: theory, computation, and design. 2nd ed. Santa Barbara : Nob Hill Publishing, 2020. 623 p. URL: https://sites.chemengr.ucsb.edu/~jbraw/mpc/ (date of access: 16.10.2026).

ОЦІНЮВАННЯ НАДІЙНОСТІ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ ТЯГОВИХ ПІДСТАНЦІЙ

Яценко Ірина
д.т.н., професор
Гордієнко Андрій
магістр
Кафедра електротехнічних систем
Черкаський державний технологічний університет, Україна

Анотація. Розглянуто підхід до підвищення надійності системи тягового електропостачання на основі комплексного оцінювання стану силових трансформаторів. Поєднано аналіз експлуатаційних навантажень, показників безвідмовності, результатів діагностики ізоляції та якості електроенергії. Для трансформатора ТДТНЖ потужністю 40 МВА розглянуто нейромережеве прогнозування опору ізоляції на річному інтервалі. Запропоновано узгоджувати прогноз із діагностичними вимірюваннями та рішеннями щодо обслуговування, симетрування навантаження й фільтрації гармонік. Наведено таблицю діагностичних показників і схему застосування підходу.

Ключові слова: тягове електропостачання, силовий трансформатор, надійність, технічна діагностика, опір ізоляції, нейронна мережа, якість електроенергії.

Введення. Система тягового електропостачання забезпечує живлення електрорухомого складу та впливає на безперервність перевізного процесу. Зростання маси поїздів і нерівномірність тягового навантаження посилюють вимоги до трансформаторів підстанцій. Їхні відмови можуть спричиняти обмеження руху та додаткові витрати на відновлення обладнання. Тому необхідно поєднувати оцінювання безвідмовності й ремонтопридатності з контролем фактичного технічного стану [1].

Для підстанцій змінного струму суттєве значення мають несиметрія навантажень і несинусоїдальність струмів. Додаткові втрати та нагрівання впливають на старіння ізоляції. Оцінювання має враховувати як історію експлуатації, так і результати вимірювань. Показники якості напруги в точці приєднання до мережі загальної призначеності розглядають у межах застосування ДСТУ EN 50160:2023; його вимоги не переносять автоматично на всі ділянки тягової мережі [2].

Мета і задачі дослідження. Мета дослідження — обґрунтувати комплексний підхід до оцінювання надійності та прогнозування технічного стану силових трансформаторів тягових підстанцій для підвищення ефективності їх експлуатації.

Для досягнення мети визначено такі задачі: 1) проаналізувати причини пошкоджень трансформаторів і методи діагностики; 2) розглянути математичну модель безвідмовності з урахуванням тривалості експлуатації; 3) обґрунтувати нейромережеве прогнозування опору ізоляції трансформатора ТДТНЖ 40 МВА на 12 місяців; 4) узгодити діагностичні результати із заходами симетрування навантаження та зменшення гармонік.

Об’єкт дослідження — система тягового електропостачання. Предмет — показники надійності, технічний стан силових трансформаторів і взаємозв’язок режимів навантаження з якістю електропостачання. Використано методи теорії надійності, математичної статистики, аналізу електричних кіл та нейромережевого моделювання.

Результати дослідження і їх обговорення. Узагальнено чинники погіршення стану трансформатора: теплове старіння та зволоження ізоляції, електродинамічні впливи струмів короткого замикання, дефекти вводів і обмоток, а також несприятливі режими навантаження. Календарний вік доцільно використовувати разом із результатами діагностики. Для досліджуваного обладнання зі строком експлуатації понад 15 років доцільно передбачати поглиблений контроль ізоляції; сам вік не є універсальним критерієм втрати працездатності.

Для невідновлюваного інтервалу роботи ймовірність безвідмовної роботи подано як $P(t) = \exp[-\int_0^t \lambda(\tau)d\tau]$, де $\lambda(t)$ — інтенсивність відмов. За припущення $\lambda = \text{const}$ маємо $P(t) = \exp(-\lambda t)$, $T_0 = 1/\lambda$. Сталу інтенсивність застосовують лише для відповідного періоду нормальної експлуатації; для старіння потрібна залежна від часу модель. Для відновлюваного обладнання додатково враховують тривалість відновлення [1].

Таблиця 1 — Показники комплексного оцінювання стану трансформатора

Група показників	Контрольовані величини	Діагностичне значення
Експлуатаційні	Струм, навантаження, температури	Оцінювання теплового режиму та перевантажень
Електрична ізоляція	Опір ізоляції, вологість, tg δ	Виявлення змін стану ізоляції за порівнянних умов
Газовий аналіз	Склад і динаміка розчинених газів	Виявлення ознак термічних та електричних дефектів
Якість напруги	Несиметрія, гармоніки, відхилення	Оцінювання режиму мережі та додаткових впливів

Наведені в таблиці 1 показники доповнюють один одного. Аналіз розчинених газів використовують для інтерпретації ознак дефектів [3], а тепловий режим і вплив навантаження на старіння розглядають відповідно до підходів IEC 60076-7 [4]. Одного вимірювання опору ізоляції недостатньо для визначення залишкового ресурсу.



Рисунок 1. Схема комплексного оцінювання та підтримання технічного стану

На рис. 1 подано запропоновану послідовність роботи з даними. Рішення щодо обслуговування та корекції режимів приймають після перевірки діагностичних ознак і достовірності прогнозу.

Для прогнозування опору ізоляції на 12 місяців доцільно застосувати багатошаровий персептрон, навчений методом зворотного поширення похибки [5]. Вхідні ознаки формують із попередніх вимірювань опору, температури, навантаження та доступних показників стану масла. Значення опору приводять до порівнянної температури за прийнятою методикою; умови й тривалість вимірювання мають бути однаковими.

Навчальну, валідаційну й тестову вибірки розділяють у часовому порядку. Прогноз порівнюють із простішою базовою моделлю, оцінюють похибку на відкладених даних і межі невизначеності. Числове прогнозування для трансформатора ТДТНЖ 40 МВА потребує достатнього ряду фактичних спостережень; у межах наведеного методичного підходу точність прогнозу кількісно не оцінювалася. Прогноз опору розглядається як допоміжна діагностична ознака, а не як безпосередня оцінка ймовірності відмови.

Симетрувальний пристрій і фільтрокомпенсувальну установку необхідно узгоджувати з фактичними режимами тягового навантаження. Їхні параметри визначають після аналізу спектра гармонік, несиметрії та можливих резонансів. Ефект перевіряють повторними вимірюваннями струмів, напруг і температур; зменшення додаткового нагрівання створює передумови для сповільнення старіння ізоляції.

Висновки.

1. Оцінювання надійності силових трансформаторів тягових підстанцій доцільно виконувати на основі історії відмов, навантаження та комплексу діагностичних показників. Тривалість експлуатації визначає пріоритет контролю, але самостійно не характеризує залишковий ресурс.

2. Нейромережевий прогноз опору ізоляції на річному інтервалі може підтримувати планування діагностики за умови порівнянності вимірювань і перевірки на незалежних часових даних. Для підтвердження точності необхідні фактичні результати спостережень.

3. Поєднання діагностики, прогнозування та корекції несиметрії й гармонік формує основу обслуговування за технічним станом. Практичний результат запропонованого підходу — обґрунтований вибір строків контролю й заходів з поліпшення режимів електропостачання.

Список використаних джерел

1. ДСТУ 2860-94. Надійність техніки. Терміни та визначення. [Чинний від 1996-01-01]. Київ : Держстандарт України, 1994.
2. ДСТУ EN 50160:2023 (EN 50160:2022, IDT). Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загальної призначеності. [Чинний від 2025-03-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2024.
3. IEC 60599:2022. Mineral oil-filled electrical equipment in service — Guidance on the interpretation of dissolved and free gases analysis. Geneva : IEC, 2022. URL: https://webstore.iec.ch/en/publication/66491 (дата звернення: 15.10.2026).
4. IEC 60076-7:2018. Power transformers — Part 7: Loading guide for mineral-oil-immersed power transformers. Geneva : IEC, 2018. URL: https://webstore.iec.ch/en/publication/34351 (дата звернення: 15.10.2026).
5. Rumelhart D. E., Hinton G. E., Williams R. J. Learning representations by back-propagating errors. Nature. 1986. Vol. 323. P. 533–536. DOI: 10.1038/323533a0.

Section: Tourism and Hotel and Restaurant Business

ВПЛИВ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ТА ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА РОЗВИТОК МІЖНАРОДНОГО ТУРИЗМУ

Хлопяк Сергій
к.е.н., доцент
Кафедра туризму та менеджменту креативних індустрій
Степова Діана
здобувач вищої освіти
Державний торговельно-економічний університет, м. Київ

Сучасний міжнародний туризм складно уявити без цифрових технологій. Якщо ще декілька років тому цифровізація у цій сфері переважно асоціювалася з онлайн-бронюванням готелів, придбанням авіаквитків та пошуком інформації про країну призначення, то сьогодні ситуація суттєво змінилася. Цифрові технології супроводжують туриста на всіх етапах подорожі: від першої ідеї кудись поїхати до опублікування відгуку після повернення додому. Особливу роль тут відіграє штучний інтелект, зокрема генеративні системи, які здатні не лише знайти інформацію, а і пропонувати маршрути, порівнювати альтернативні варіанти, перекладати тексти, пояснювати місцеві правила та надавати персоналізовані рекомендації.

Актуальність дослідження цих процесів обумовлена масштабами індустрії міжнародного туризму. За даними UN Tourism, у 2025 р. у світі було зафіксовано близько 1,52 млрд міжнародних туристичних прибуттів, що на 4 % більше порівняно з 2024 р. [1]. При цьому World Travel & Tourism Council прогнозує, що у 2026 р. внесок сфери подорожей і туризму у світову економіку становитиме близько 12 трлн дол. США, або 9,9 % глобального ВВП, а сектор підтримуватиме близько 376 млн робочих місць [2]. Тому навіть зміни, які на перший погляд стосуються просто нових сервісів для туристів, насправді можуть мати досить серйозний економічний ефект.

Цифровізація поступово стає також одним із ключових факторів конкурентоспроможності туристичних країн. У звіті Travel & Tourism Development Index 2026 Всесвітнього економічного форуму зазначається, що протягом 2024-2026 рр. показник ICT Readiness покращився у 91 % досліджуваних економік, а середнє його значення зросло на 3,2 %. При цьому розвиток ШІ ще більше підвищує значення цифрової інфраструктури, даних та цифрових навичок [3]. Сьогодні турист оцінює не тільки пляжі, пам’ятки чи готелі. Не менш важливими стають доступність цифрових сервісів, зручність оплати послуг, можливість отримання електронних документів і оперативного вирішення організаційних питань за допомогою смартфона.

Найпомітніше штучний інтелект впливає на планування міжнародної подорожі. Раніше мандрівник міг годинами переглядати десятки сайтів, читати форуми, окремо порівнювати ціни на квитки та проживання. Зараз частину цієї роботи можна звести до одного діалогу із системою ШІ. Достатньо вказати бюджет, кількість днів, бажаний клімат, країну виїзду та власні інтереси, щоб отримати хоча б приблизний план подорожі. Запропонований маршрут не обов'язково буде ідеальним, але часу на початковий пошук витрачається значно менше.

Це підтверджують результати дослідження Expedia Group, проведеного у 2026 р. серед понад 5700 дорослих респондентів у США, Великій Британії та Індії. Зокрема, 53 % опитаних позитивно ставляться до використання ШІ для отримання пропозицій щодо подорожей, 42 % використовують або готові використовувати його для моніторингу цін, а 40 % – для планування маршрутів. Крім того, 48 % респондентів зазначили, що ШІ допомагає їм заощаджувати час і відкривати місця, про які вони могли б не дізнатися самостійно [4]. Отже, застосування штучного інтелекту поступово виходить за межі інформаційної підтримки туристів і може впливати на формування їхніх уподобань та остаточний вибір країни або міста для подорожі (рис. 1).



Рис. 1. Основні напрями використання штучного інтелекту в міжнародному туризмі за результатами дослідження Expedia Group (2026 р.)

Джерело: [4]

Інший аспект використання штучного інтелекту в туризмі розглянули D. Mladenović, E. Ismagilova, E. Mogaji та Y. K. Dwivedi у статті 2026 р., опублікованій у Journal of Consumer Behaviour. Автори встановили, що застосування генеративного ШІ під час планування подорожей може зменшувати інформаційне перевантаження користувачів. Водночас збільшення

кількості рекомендацій не обов'язково спрощує процес ухвалення остаточного рішення. Вагому роль у цьому відіграють довіра до системи та здатність користувача критично опрацьовувати отриману інформацію [5]. На практиці це означає, що навіть за наявності численних релевантних пропозицій остаточний вибір залишається за людиною.

Цифрові технології та штучний інтелект розширюють можливості туристів у повсякденному спілкуванні за кордоном. Інструменти автоматичного перекладу, голосові помічники, технології розпізнавання тексту і зображень спрощують комунікацію та орієнтування в іншомовному середовищі. Туристи можуть перекласти за допомогою камери смартфона меню та інформаційні оголошення, попросити ШІ пояснити місцеві правила, отримати переклад розмови та взаємодіяти рідною мовою з готельними чат-ботами. Хоча використання таких інструментів не усуває культурних відмінностей, воно знижує мовні бар'єри та полегшує самостійні подорожі для осіб із недостатнім рівнем володіння іноземними мовами.

Поки що немає підстав стверджувати, що штучний інтелект повністю замінить туристичних агентів або традиційні туристичні платформи. Одним із ключових чинників, що стримують такі зміни, залишається довіра користувачів. Згідно із дослідженням Expedia Group, 68 % респондентів віддали б перевагу бронюванню через відомий туристичний бренд, а не за допомогою ШІ-чатбота чи ШІ-агента. Близько двох третин опитаних зазначили, що не довіряють штучному інтелекту самостійно здійснювати покупки або бронювання від їхнього імені [4].

Подібні тенденції засвідчує і дослідження International Medical Group. У 2026 р. 33 % опитаних клієнтів компанії зазначили, що, ймовірно, використовуватимуть інструменти штучного інтелекту для планування подорожей. Серед потенційних користувачів 75 % планували звертатися до ШІ для отримання рекомендацій, 70 % – для складання маршрутів, а 69 % – для пошуку нових ідей для подорожей. Разом з тим лише 13 % респондентів були готові використовувати ШІ безпосередньо для бронювання [7]. Отже, туристи охочіше використовують штучний інтелект для пошуку інформації та формування ідей, ніж для здійснення транзакцій і делегування йому остаточних рішень щодо організації подорожі.

Не менш суттєво цифровізація впливає на роботу туристичних підприємств. Готелі, авіакомпанії, туристичні оператори та онлайн-платформи накопичують значні обсяги даних про сезонні коливання попиту, поведінку клієнтів, ціни та популярність окремих туристичних напрямів. Використання алгоритмів дає змогу оперативніше аналізувати інформацію, прогнозувати завантаженість, коригувати ціни відповідно до ринкової ситуації, персоналізувати рекламні пропозиції та автоматизувати окремі процеси обслуговування клієнтів. OECD у звіті Tourism Trends and Policies 2026 прямо характеризує цифровізацію як наскрізний процес трансформації туристичної системи, що змінює бізнес-моделі,

способи надання послуг, підходи до управління туристичними потоками та планування розвитку дестинацій [6].

Для популярних міст надмірна кількість туристів давно стала реальною проблемою, що призводить до ускладнення роботи транспорту, інтенсивнішого використання пам'яток, громадських просторів та міської інфраструктури. OECD зазначає, що мобільні застосунки з інформацією про поточний рівень завантаження об'єктів у реальному часі, прогнозна аналітика та персоналізовані рекомендації можуть сприяти перерозподілу туристичних потоків на користь менш відвідуваних місць [8]. Для міст це може бути корисно, а для менш відомих районів – стати додатковим джерелом доходів.

Використання таких технологій може мати і негативні наслідки. Якщо алгоритми систематично рекомендують туристам один і той самий перелік популярних локацій, це може призводити до подальшого зростання кількості відвідувачів у цих місцях. OECD звертає увагу на те, що за неналежного використання системи рекомендацій на основі ШІ можуть посилювати надто високу концентрацію туристичних потоків [8].

Існує також проблема нерівності між учасниками туристичного ринку. Великій міжнародній мережі значно простіше створити власну систему ШІ, мобільний додаток або найняти спеціалістів із роботи з даними. Для маленького готелю, локальної туристичної агенції чи сімейного ресторану це вже складніше. У спеціальній роботі OECD щодо використання ШІ у туризмі країн АТЕС підкреслюється, що туристичний сектор значною мірою складається саме з малих і середніх підприємств, тому їм потрібна підтримка у впровадженні цифрових технологій, розвитку навичок та доступі до інновацій [9]. Інакше може вийти так, що цифровізація підвищуватиме ефективність галузі загалом, але одночасно ще більше посилюватиме переваги великих компаній.

Не можна ігнорувати і питання захисту персональних даних та достовірності інформації. Для якісної персоналізації система має знати досить багато: історію подорожей, індивідуальні уподобання, місцеперебування, іноді платіжну інформацію. Додатковою проблемою може стати надання генеративним ШІ помилкової або застарілих відомостей щодо транспортного сполучення, графіків роботи туристичних об'єктів і правил в'їзду до країн. За таких умов особливого значення набувають належне управління даними, розвиток цифрових компетентностей і відповідальне використання штучного інтелекту, які OECD визначає серед важливих напрямів цифрової трансформації туризму [6; 9].

Отже, вплив цифровізації та штучного інтелекту на міжнародний туризм не можна оцінювати тільки позитивно або тільки негативно. З одного боку, технології справді спрощують планування подорожей, дозволяють швидше знаходити інформацію, персоналізувати послуги та ефективніше управляти туристичними потоками. З іншого боку, залишаються питання довіри, конфіденційності, цифрової нерівності та якості рекомендацій. На нашу думку, у найближчі роки ШІ навряд чи повністю витіснить традиційні туристичні

сервіси. Швидше за все, буде формуватися змішана модель: алгоритм виконуватиме пошук, порівняння та значну частину рутинної роботи, а остаточне рішення залишатиметься за людиною.

Цифровізація перестає бути лише додатковою перевагою туристичної галузі та перетворюється на невід'ємну умову функціонування міжнародного туризму. Штучний інтелект прискорює ці зміни, а конкурентоспроможність туристичних країн і підприємств дедалі більше залежатиме не лише від природних ресурсів, культурних пам'яток та якості послуг, а і від ефективності використання цифрових технологій та здатності зберігати довіру туристів.

Список використаних джерел

1. UN Tourism. International Tourist Arrivals Up 4% in 2025 Reflecting Strong Travel Demand Around the World. Madrid, 20 January 2026. URL: https://pre-webunwto.s3.eu-west-1.amazonaws.com/s3fs-public/2026-01/260120-international-tourist-arrivals-up-4-in-2025-reflecting-strong-travel-demand-around-the-world-en.pdf (дата звернення: 02.10.2026).
2. World Travel & Tourism Council. Global Travel & Tourism Growth to Outpace Wider Economy by 1.5 Times Over the Next Decade. 12 May 2026. URL: https://wttc.org/news/global-travel-tourism-growth-to-outpace-wider-economy-by-1-5-times-over-the-next-decade (дата звернення: 02.10.2026).
3. Travel & Tourism Development Index 2026. World Economic Forum. Geneva: World Economic Forum, 25 September 2026. URL: https://www.weforum.org/publications/travel-tourism-development-index-2026/ (дата звернення: 02.10.2026).
4. Expedia Group Reveals 'The AI Trust Gap': Travelers Embrace AI for Planning but Rely on Trusted Brands to Book. 14 April 2026. Expedia Group. URL: https://ir.expediagroup.com/news-and-events/news/news-details/2026/Expedia-Group-Reveals-The-AI-Trust-Gap-Travelers-Embrace-AI-for-Planning-but-Rely-on-Trusted-Brands-to-Book/default.aspx (дата звернення: 02.10.2026).
5. Mladenović D., Ismagilova E., Mogaji E., Dwivedi Y. K. Travel Recommendations of Tomorrow: Generative Artificial Intelligence and Travel Planning. Journal of Consumer Behaviour. 2026. Vol. 25, No. 3. P. 1365-1384. DOI: 10.1002/cb.70126. URL: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cb.70126 (дата звернення: 02.10.2026).
6. OECD Tourism Trends and Policies 2026. Paris: OECD Publishing, 2026. 328 p. DOI: 10.1787/3fd3cd75-en. URL: https://www.oecd.org/en/publications/oecd-tourism-trends-and-policies-2026_3fd3cd75-en.html (дата звернення: 02.10.2026).
7. IMG Travel Outlook Survey Reveals 2026 Top Destinations and Rising Use of AI in Trip Planning. 24 March 2026. International Medical Group. URL: https://www.imglobal.com/newsroom/article/2026/03/23/img-travel-outlook-survey-reveals-2026-top-destinations-and-rising-use-of-ai-in-trip-planning (дата звернення: 02.10.2026).

8. Enhancing the Social Benefits of Tourism. In: OECD Tourism Trends and Policies 2026. Paris: OECD Publishing, 2026. URL: https://www.oecd.org/en/publications/oecd-tourism-trends-and-policies-2026_3fd3cd75-en/full-report/enhancing-the-social-benefits-of-tourism_43631a73.html (дата звернення: 02.10.2026).
9. Artificial Intelligence and Tourism in APEC Economies: Boosting Innovation and Enhancing Sustainability. OECD Tourism Papers. 2026. No. 2026/02. Paris: OECD Publishing, 2026. 28 p. DOI: 10.1787/4549486a-en. URL: https://www.oecd.org/en/publications/artificial-intelligence-and-tourism-in-apec-economies_4549486a-en.html (дата звернення: 02.10.2026).

Section: Veterinary Medicine

РОЛЬ ВЕТЕРИНАРНОГО ЛІКАРЯ У ПРОФІЛАКТИЦІ ТА КОНТРОЛІ ОСОБЛИВО НЕБЕЗПЕЧНИХ ІНФЕКЦІЙНИХ ХВОРОБ ТВАРИН

Безпольотов Даніїл Євгенович
здобувач 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 розглянуто роль ветеринарного лікаря у запобіганні поширенню особливо небезпечних інфекційних хвороб тварин. Охарактеризовано його участь в епізоотологічному нагляді, ранньому виявленні підозрілих випадків, відборі матеріалу для лабораторної діагностики, дотриманні біобезпеки, вакцинації, локалізації спалахів та передачі інформації компетентним органам. Окремо розглянуто міжсекторальну взаємодію за принципом One Health під час контролю зоонозних інфекцій. Визначено основні напрями роботи фахівця на етапах профілактики, раннього розпізнавання та стримування інфекції.

Ключові слова: ветеринарний лікар, інфекційні хвороби, біобезпека, епізоотологічний нагляд, лабораторна діагностика, One Health, профілактика.

ВСТУП. Особливо небезпечні інфекційні хвороби тварин становлять окрему групу ризиків для тваринництва, ветеринарного благополуччя, продовольчої безпеки та, у випадку зоонозів, для здоров'я населення. Їх поширення може супроводжуватися загибеллю тварин, обмеженнями переміщення, необхідністю проведення вимушених ветеринарно-санітарних заходів та економічними втратами. Українське законодавство визначає особливо небезпечні хвороби як інфекційні хвороби тварин, здатні швидко поширюватися у значних масштабах незалежно від державних кордонів, створювати соціально-економічні наслідки, загрожувати здоров'ю людей чи тварин і впливати на міжнародну торгівлю тваринами та продукцією тваринного походження [1].

До переліку особливо небезпечних (карантинних) хвороб тварин в Україні належать, зокрема, африканська чума свиней, класична чума свиней, ящур, високопатогенний грип птиці, Ньюкаслська хвороба, сибірка, чума дрібних жуйних та інші захворювання, визначені нормативними актами [2]. Міжнародні стандарти WOAH також розглядають профілактику, раннє виявлення,

повідомлення та контроль патогенних агентів як основні елементи системи ветеринарного благополуччя [3; 4].

У такій системі ветеринарний лікар є одним із перших фахівців, які можуть виявити зміну епізоотичної ситуації на рівні окремої тварини, групи тварин, господарства або території. Його робота не обмежується встановленням діагнозу та призначенням лікування. Значна частина відповідальності припадає на збір епізоотологічного анамнезу, оцінювання ризиків, організацію відбору патологічного матеріалу, дотримання правил біобезпеки, інформування компетентних органів і участь у заходах із локалізації інфекції.

МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

Мета роботи – охарактеризувати основні напрями діяльності ветеринарного лікаря, спрямовані на запобігання занесенню, раннє виявлення та обмеження поширення особливо небезпечних інфекційних хвороб тварин.

Для досягнення поставленої мети визначено такі завдання: проаналізувати місце ветеринарного лікаря у системі епізоотологічного нагляду; охарактеризувати значення ранньої діагностики та повідомлення про підозру на особливо небезпечну хворобу; розглянути профілактичні заходи та біобезпеку; визначити роль фахівця під час локалізації спалаху; охарактеризувати значення міжсекторальної взаємодії за принципом One Health.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

За характером дослідження робота має оглядово-аналітичний характер. Матеріалом для підготовки статті стали нормативно-правові документи України, міжнародні стандарти Всесвітньої організації охорони здоров'я тварин (WOAH), методичні матеріали Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (FAO), документи Всесвітньої організації охорони здоров'я (WHO) та відкриті наукові публікації з питань біобезпеки, ветеринарної медицини, епізоотологічного нагляду і зоонозів. Застосовано методи аналізу, узагальнення та порівняння нормативних і наукових положень.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

1. Ветеринарний лікар у системі епізоотологічного нагляду та раннього виявлення інфекцій

Епізоотологічний нагляд передбачає систематичне отримання, аналіз і використання інформації про стан здоров'я тварин. Для особливо небезпечних інфекцій важливе значення має не лише реєстрація підтверджених випадків, а й своєчасне виявлення ознак, які можуть свідчити про початок епізоотичного процесу. WOAH відносить спостереження за хворобами, їх повідомлення та використання епізоотологічної інформації до основних складових сучасної ветеринарної системи [4].

Практична роль ветеринарного лікаря починається з оцінювання стану окремої тварини або групи. Під час клінічного огляду необхідно враховувати характер симптомів, кількість хворих тварин, швидкість появи нових випадків, летальність, вікову та видову структуру ураження, умови утримання, годівлю, переміщення тварин і можливі контакти з іншими господарствами. Особливу

увагу слід приділяти раптовому підвищенню захворюваності або загибелі тварин, появі геморагічних проявів, нервових розладів, везикулярних уражень, високої температури та різкому зниженню продуктивності.

Окремі клінічні ознаки не є достатніми для встановлення остаточного діагнозу, тому їх необхідно оцінювати разом з епізоотологічними даними та результатами лабораторних досліджень. Ветеринарний лікар також з'ясовує можливі джерела інфекції та шляхи передачі збудника, враховуючи надходження нових тварин, переміщення між господарствами, контакти з персоналом, транспортом і дикою фауною, а також використання спільного інвентарю, кормів та води.

Час між появою перших ознак захворювання та впровадженням протиепізоотичних заходів безпосередньо впливає на ризик подальшого поширення інфекції. Тому підозру на особливо небезпечну хворобу необхідно розглядати як потенційну загрозу для інших тварин і людей. До встановлення діагнозу важливо обмежити потенційно небезпечні контакти та не допускати необґрунтованого переміщення тварин, продукції, обладнання й персоналу відповідно до чинних ветеринарно-санітарних вимог [3; 4].

2. Лабораторна діагностика та відбір патологічного матеріалу

Лабораторна діагностика є необхідною складовою підтвердження або виключення багатьох особливо небезпечних інфекційних хвороб. Ветеринарний лікар відповідає за правильне визначення підозри, вибір відповідного матеріалу, його відбір, маркування, пакування та направлення до уповноваженої лабораторії. Помилки на цьому етапі можуть спричинити отримання недостовірних результатів, створити ризик інфікування персоналу та призвести до забруднення навколишнього середовища.

Вибір патологічного матеріалу залежить від характеру захворювання, виду тварини, стадії інфекційного процесу та методу дослідження. Для лабораторного аналізу можуть використовуватися кров, сироватка, мазки, виділення, тканини, органи, фекалії та інший матеріал, передбачений відповідною діагностичною схемою. Відбір необхідно проводити з дотриманням вимог біобезпеки, забезпечуючи належне маркування, транспортування та супровідну інформацію про тварину, господарство, клінічні ознаки й епізоотологічні обставини.

Роль ветеринарного лікаря не обмежується передаванням зразків до лабораторії. Отримані результати необхідно зіставляти з клінічними та епізоотологічними даними. Негативний результат не завжди виключає наявність інфекції, оскільки його достовірність залежить від правильності відбору матеріалу, стадії захворювання, кількості зразка та умов транспортування. У сумнівних випадках слід керуватися затвердженими діагностичними алгоритмами й рекомендаціями компетентних органів.

3. Біобезпека як складова профілактики інфекційних хвороб

Біобезпека охоплює комплекс організаційних, ветеринарно-санітарних та управлінських заходів, спрямованих на зменшення ризику занесення й поширення збудників. У господарствах вона передбачає контроль доступу,

розмежування потоків тварин і людей, санітарну обробку приміщень та обладнання, боротьбу з переносниками, контроль переміщень і належне використання засобів індивідуального захисту. Ефективність таких заходів залежить не лише від наявності відповідних правил, а й від їх фактичного виконання працівниками [7; 8].

Ветеринарний лікар повинен оцінювати біобезпеку з урахуванням конкретних шляхів занесення збудника. Якщо основним ризиком є надходження нових тварин, особливу увагу приділяють карантинуванню та перевірці ветеринарних документів. За загрози механічного перенесення інфекції важливими стають дезінфекція приміщень, обладнання й транспорту, а також очищення або заміна захисного одягу. Якщо можливе зараження через контакт із дикою фауною, необхідно оцінювати умови взаємодії домашніх і диких тварин.

Важливим напрямом роботи є навчання персоналу. Працівники повинні розуміти призначення кожного заходу та його значення для зниження епізоотологічних ризиків. Для забезпечення стабільного дотримання правил біобезпеки необхідно поєднувати навчання з організаційним контролем і доступністю необхідних засобів [7].

4. Вакцинація та комплексна профілактика інфекцій

Вакцинація є одним із важливих інструментів профілактики та контролю інфекційних хвороб. Відповідно до рекомендацій WOAH, її застосування може бути спрямоване на запобігання захворюванню, зменшення передачі збудника або зниження тяжкості клінічних проявів. Конкретний ефект залежить від властивостей вакцини та особливостей інфекції [5]. Тому вакцинацію необхідно розглядати як складову комплексної програми профілактики.

Планування профілактичних щеплень залежить від виду тварин, епізоотичної ситуації, віку, фізіологічного стану, попереднього імунного статусу та вимог відповідних ветеринарних програм. Ветеринарний лікар контролює дотримання схем вакцинації, умов зберігання препаратів, правильності їх введення та ведення документації.

Для особливо небезпечних інфекцій вакцинація може застосовуватися в межах ширшої програми, що передбачає епізоотологічний нагляд, лабораторну діагностику, контроль переміщень і дотримання правил біобезпеки. Поєднання цих заходів дає змогу підвищити ефективність профілактики та своєчасно реагувати на зміну епізоотичної ситуації.

5. Дії ветеринарного лікаря під час спалаху особливо небезпечної інфекції

У разі підтвердження особливо небезпечної інфекції завдання ветеринарного лікаря переходять від індивідуального клінічного обстеження до організації та виконання протиепізоотичних заходів. FAO у системі Good Emergency Management Practice розглядає готовність до надзвичайних ситуацій у сфері здоров’я тварин як послідовність запобігання, виявлення, реагування та

відновлення [6]. Такий підхід передбачає заздалегідь визначені процедури, відповідальних осіб, канали зв'язку та необхідні ресурси.

Першочергове значення має локалізація джерела інфекції та запобігання її подальшому поширенню. Залежно від характеру захворювання заходи можуть включати ізоляцію тварин, обмеження переміщень, встановлення відповідних зон, санітарну обробку, епізоотологічне розслідування, відбір додаткових проб і вакцинацію, якщо вона передбачена відповідними правилами. Ветеринарний лікар бере участь у виконанні цих заходів та контролює дотримання встановлених ветеринарно-санітарних вимог.

Не менш важливим є документування перебігу спалаху. Інформація про кількість хворих і загиблих тварин, клінічні ознаки, результати лабораторних досліджень, переміщення та проведені заходи є основою для подальшого епізоотологічного аналізу. Своєчасне повідомлення компетентних органів і достовірність зібраних даних мають важливе значення для координації протиепізоотичних дій [3; 4].

Під час ліквідації спалаху необхідно забезпечувати безпеку ветеринарних фахівців та інших працівників. Використання засобів індивідуального захисту, правильне поводження з патологічним матеріалом, дезінфекція та контроль доступу до небезпечної зони допомагають зменшити ризик професійного зараження й вторинного перенесення збудника.

6. Повідомлення про хвороби, міжвідомча взаємодія та реалізація концепції One Health

Ефективна протидія особливо небезпечним інфекціям потребує взаємодії ветеринарних установ, лабораторій, органів державного ветеринарного контролю та інших відповідальних служб. Українське законодавство передбачає перелік хвороб тварин, що підлягають повідомленню, зокрема ящур, класичну та африканську чуму свиней, високопатогенний грип птиці та інші інфекції [1]. Виявлення підозри на таке захворювання має супроводжуватися виконанням установленої процедури інформування компетентного органу.

Особливого значення набуває співпраця з фахівцями громадського здоров'я та, за необхідності, службами, відповідальними за охорону довкілля й дику фауну. Tripartite Zoonoses Guide, розроблений FAO, WHO та WOAH, наголошує на необхідності багатосекторального підходу до боротьби із зоонозами, що передбачає регулярний обмін інформацією між відповідними секторами [9]. Дані про захворювання тварин можуть бути підставою для оцінювання ризиків для людей, тоді як інформація про незвичайні випадки захворювань людей допомагає виявляти можливі джерела інфекції серед тварин.

Ці принципи відповідають концепції One Health, яка ґрунтується на взаємозв'язку здоров'я людей, тварин і довкілля. У межах цього підходу ветеринарний лікар оцінює не лише стан окремої тварини, а й можливість передачі збудників між видами, роль навколишнього середовища, харчового ланцюга та господарської діяльності людини. Робота фахівця може включати виявлення зоонозів, оцінювання професійних і побутових ризиків,

консультування власників тварин та участь у спільних епідеміологічних розслідуваннях.

WOAH визначає ветеринарні служби як важливу складову національної та глобальної безпеки здоров'я, продовольчої безпеки, безпечності харчових продуктів і захисту довкілля. Тому реалізація концепції One Health потребує належного управління, ресурсного забезпечення та узгодженої співпраці між різними секторами [10].

7. Профілактика занесення інфекцій під час переміщення тварин і продукції

Міжгосподарські та міжнародні переміщення тварин і продукції тваринного походження можуть сприяти поширенню збудників на значні відстані. Міжнародні стандарти передбачають застосування заходів для запобігання занесенню та поширенню патогенних агентів під час торгівлі й переміщення [3]. У Європейському Союзі ветеринарний прикордонний контроль є важливим елементом забезпечення безпечного ввезення живих тварин і продукції тваринного походження, які можуть становити джерело небезпечних інфекцій [11].

На практичному рівні ветеринарний лікар бере участь у перевірці ветеринарних документів, оцінюванні стану тварин, контролі дотримання встановлених вимог до переміщення та, за необхідності, відборі матеріалу для лабораторних досліджень. Важливо враховувати епізоотичний статус територій походження та призначення, а також дотримуватися відповідних ветеринарно-санітарних вимог.

Контроль переміщень повинен бути узгоджений з іншими профілактичними заходами, зокрема карантинуванням новоприбулих тварин, лабораторною діагностикою та біобезпекою. Недостатній контроль на одному з етапів переміщення може знизити ефективність профілактичної роботи в цілому.

8. Підготовленість ветеринарних служб, професійна відповідальність і комунікація

Ефективність реагування на спалахи особливо небезпечних інфекцій значною мірою залежить від рівня підготовленості ветеринарних служб. FAO рекомендує заздалегідь визначати структуру управління, відповідальних осіб, необхідні ресурси, канали комунікації та порядок дій, а також перевіряти готовність за допомогою навчань і симуляцій [6].

Для ветеринарного лікаря підготовленість передбачає знання нормативних вимог, діагностичних алгоритмів, правил відбору й транспортування зразків, використання засобів індивідуального захисту, проведення дезінфекції та порядку повідомлення про підозрілі випадки. Практичне навчання має доповнювати теоретичну підготовку й включати моделювання надзвичайних ситуацій, відпрацювання процедур відбору матеріалу, використання засобів захисту, організацію переміщення персоналу та ведення документації. Це дає змогу виявляти організаційні недоліки до виникнення реального спалаху.

Важливою умовою ефективної профілактики є професійна відповідальність ветеринарного лікаря. Запізніле повідомлення про підозру, неправильне оцінювання ризиків, недотримання правил біобезпеки або неповнота епізоотологічної інформації можуть ускладнити протиепізоотичні заходи. Тому фахівець повинен своєчасно приймати обґрунтовані рішення, дотримуватися встановлених вимог і забезпечувати достовірність документації.

Не менш важливою є зрозуміла комунікація з власниками тварин і працівниками господарств. Ветеринарний лікар повинен надавати конкретні рекомендації щодо ізоляції тварин, обмеження контактів, поводження з продукцією, прибирання, санітарної обробки та повідомлення про появу нових клінічних ознак. Поєднання професійної компетентності, належної підготовки, відповідальної комунікації та міжвідомчої взаємодії створює основу для своєчасного виявлення, профілактики й контролю особливо небезпечних інфекційних хвороб тварин.

Список використаних джерел

1. Про ветеринарну медицину та благополуччя тварин : Закон України від 04.02.2021 № 1206-IX // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/1206-20
2. Про затвердження переліку особливо небезпечних (карантинних) хвороб тварин : Постанова Кабінету Міністрів України від 08.08.2007 № 1006 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. – URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1006-2007-%D0%BF
3. Drewe J. A., Snary E. L., Crotta M., Alarcon P., Guitian J. Surveillance and risk assessment for early detection of emerging infectious diseases in livestock // Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics). 2023. Vol. 42, No. 2. P. 120–127. DOI: https://doi.org/10.20506/rst.42.3355.
4. Tizzani P., Giffin B., Johnsen S. The importance of notification of emerging diseases. WOAH Bulletin. 2023. URL: https://bulletin.woah.org/?panorama=2-1-3-2023-2_notification-of-emerging-diseases
5. Russell F. A. Vaccine delivery: Overcoming the challenges of vaccinating livestock and wildlife / F. A. Russell, D. W. Hutmacher, T. R. Dargaville, K. W. Beagley // Veterinary Vaccine. – 2024. – Vol. 3. – Article 100093. DOI: https://doi.org/10.1016/j.vetvac.2024.100093
6. Gary, F., Clauss, M., Bonbon, E. & Myers, L. 2021. Good emergency management practice: The essentials – A guide to preparing for animal health emergencies. Third edition. FAO Animal Production and Health Manual No. 25. Rome, FAO. DOI: https://doi.org/10.4060/cb3833en
7. Smith J. M., Fountain J., Manyweathers J., Toribio J.-A., Das Gupta S., Brookes V. J., Hernandez-Jover M. How can we change behavior to bolster biosecurity? A scoping review and recommendations // Frontiers in Veterinary Science. – 2026. – Vol. 13. – 1851630. DOI: 10.3389/fvets.2026.1851630. – URL:

https://www.frontiersin.org/journals/veterinary-science/articles/10.3389/fvets.2026.1851630/full
8. Mutua F., Dione M. The Context of Application of Biosecurity for Control of African Swine Fever in Smallholder Pig Systems: Current Gaps and Recommendations // Frontiers in Veterinary Science. – 2021. – Vol. 8. – 689811. DOI: 10.3389/fvets.2021.689811. – URL: https://www.frontiersin.org/journals/veterinary-science/articles/10.3389/fvets.2021.689811/full
9. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), World Organisation for Animal Health (WOAH), World Health Organization (WHO). Taking a multisectoral, One Health approach: a tripartite guide to addressing zoonotic diseases in countries. Geneva : World Health Organization, 2019. ISBN 978-92-4-151493-4. URL: https://www.who.int/publications/i/item/taking-a-multisectoral-one-health-approach-a-tripartite-guide-to-addressing-zoonotic-diseases-in-countries
10. Gibbs E. P. J., Anderson T. C. The historical, present, and future role of veterinarians in One Health / E. P. J. Gibbs, T. C. Anderson // Current Topics in Microbiology and Immunology. – 2013. – Vol. 365. – P. 1–21. DOI: https://doi.org/10.1007/82_2012_263
11. European Commission. Veterinary border control / European Commission. – URL: https://food.ec.europa.eu/animals/veterinary-border-control_en

Section: Accounting and Taxation

ПРОБЛЕМИ ДОКУМЕНТАЛЬНОГО ПІДТВЕРДЖЕННЯ ТА БУХГАЛТЕРСЬКОГО ОБЛІКУ ВИТРАТ ПІДПРИЄМСТВ, ПРОФІНАНСОВАНИХ ЗА РАХУНОК ГРАНТІВ

Боденчук Лілія Борисівна
кандидат економічних наук, доцент
Сторчова Наталія Ігорівна
здобувачка вищої освіти
Придунайська філія ПрАТ «ВНЗ «МАУП», Україна

Відновлення господарської діяльності та реалізації інвестиційних і соціально орієнтованих проєктів грантове фінансування є одним із джерел залучення ресурсів підприємствами України. Гранти можуть спрямовуватися на придбання обладнання, модернізацію виробництва, упровадження інновацій, професійне навчання працівників, енергоефективність та інші напрями діяльності.

Водночас отримання грантових коштів передбачає виконання визначених донором умов, дотримання затвердженого бюджету та належне документальне підтвердження здійснених операцій. Підприємство повинно забезпечити не лише фактичне використання коштів за призначенням, а й можливість підтвердити кожну відповідну господарську операцію первинними документами та відобразити її в бухгалтерському обліку.

Проблематика посилюється тим, що вимоги грантодавців до звітності можуть відрізнятися від загальних вимог національного бухгалтерського законодавства. Наприклад, донор може встановлювати спеціальні форми звітів, обмеження щодо категорій витрат, строки погодження закупівель або вимоги до підтвердження ринковості цін. Унаслідок цього виникає потреба в узгодженні бухгалтерського обліку, проєктного управління та внутрішнього контролю.

Окремою проблемою організації бухгалтерського обліку грантового фінансування є розподіл витрат, які одночасно забезпечують виконання грантового проєкту та здійснення основної діяльності підприємства. До таких витрат можуть належати оренда приміщень, оплата комунальних послуг, заробітна плата адміністративного персоналу, витрати на зв’язок, використання програмного забезпечення та обслуговування обладнання.

Складність полягає в тому, що фактичне здійснення витрати ще не свідчить про можливість повного віднесення її до грантового проєкту. Для цього необхідно встановити зв’язок між відповідною витратою, діяльністю в межах проєкту та умовами фінансування. Крім того, грантова угода може передбачати

обмеження щодо адміністративних витрат або визначати спеціальний порядок їх розрахунку.

Для вирішення цієї проблеми доцільно застосовувати обґрунтовані бази розподілу непрямих витрат. Залежно від економічного змісту операції такими базами можуть бути кількість годин роботи персоналу над проєктом, площа приміщення, що використовується для реалізації проєкту, фактичний час експлуатації обладнання або частка відповідних операцій у загальному обсязі діяльності.

Наприклад, якщо працівник підприємства протягом місяця виконує обов'язки як у межах грантового проєкту, так і в межах основної діяльності, розподіл витрат на оплату його праці доцільно здійснювати на підставі табелів обліку робочого часу, звітів про виконані завдання або інших належних підтверджень. Водночас обраний метод має відповідати умовам грантової угоди, трудовому законодавству та обліковій політиці підприємства.

Для забезпечення достовірності розподілу підприємству варто затвердити внутрішній порядок, у якому визначаються перелік спільних витрат, методи їх розподілу, джерела вихідних даних, відповідальні особи та періодичність перевірки розрахунків. Такий підхід зменшує ризик подвійного фінансування однієї витрати за рахунок різних проєктів і підвищує обґрунтованість звітності.

Нормативну основу обліку грантового фінансування в Україні становлять Закон України «Про бухгалтерський облік та фінансову звітність в Україні», Національне положення (стандарт) бухгалтерського обліку 15 «Дохід», Положення про документальне забезпечення записів у бухгалтерському обліку та Інструкція про застосування Плану рахунків бухгалтерського обліку.

Відповідно до зазначених нормативних актів, відображення господарських операцій має ґрунтуватися на належних первинних документах, а визнання доходів від цільового фінансування здійснюється з урахуванням характеру фінансування та виконання встановлених умов.

Міжнародний стандарт бухгалтерського обліку 20 «Облік державних грантів та розкриття інформації про державну допомогу» визначає підходи до визнання та відображення державних грантів у фінансовій звітності. Його положення можуть бути корисними для порівняльного аналізу, проте сферу застосування стандарту необхідно враховувати окремо: він регулює саме державні гранти та державну допомогу, а не всі види приватного або благодійного фінансування.

Попри наявність нормативної бази, практична організація обліку грантових проєктів потребує додаткової уваги до формування документального досьє, аналітичного обліку за джерелами фінансування та процедур перевірки відповідності витрат умовам грантових угод.

У бухгалтерському обліку підприємств, які застосовують національні положення (стандарти) бухгалтерського обліку, грантові надходження за відповідних умов відображаються як цільове фінансування. Водночас правова

природа гранту, його мета та умови надання визначаються договором або іншими документами грантової програми.

Відповідно до НП(С)БО 15 «Дохід», цільове фінансування не повинно автоматично визнаватися доходом у момент надходження коштів. Визнання доходу залежить від виконання встановлених умов і характеру витрат, для компенсації яких надано фінансування.

Зокрема, цільове фінансування для компенсації поточних витрат визнається доходом у періодах здійснення витрат, пов'язаних із виконанням умов фінансування. Якщо кошти призначені для капітальних інвестицій, визнання доходу здійснюється відповідно до правил стандарту та характеру відповідного активу.

Для узагальнення інформації про цільове фінансування Планом рахунків передбачено рахунок 48 «Цільове фінансування і цільові надходження», зокрема субрахунок 484 «Інші кошти цільового фінансування та цільових надходжень». Вибір конкретних рахунків для відображення окремих операцій має відповідати їх економічному змісту, обліковій політиці підприємства та умовам застосовуваних стандартів.

Отже, важливим завданням бухгалтера є забезпечення узгодженості між датою отримання фінансування, фактичним здійсненням витрат, виконанням умов грантової угоди та моментом визнання відповідного доходу.

Документальне підтвердження є важливою передумовою достовірного відображення грантових операцій у бухгалтерському обліку. Закон України «Про бухгалтерський облік та фінансову звітність в Україні» визначає первинний документ як документ, що містить відомості про господарську операцію, а стаття 9 встановлює загальні вимоги до її документування.

На практиці можна виокремити кілька типових проблем.

По-перше, неповнота первинних документів. Підприємство може мати платіжне доручення або банківську виписку, що підтверджує перерахування коштів, однак ці документи самі по собі не завжди підтверджують зміст, обсяг і фактичне отримання товарів, робіт чи послуг. Залежно від операції можуть бути необхідні договори, рахунки, накладні, акти приймання-передачі, документи про введення активу в експлуатацію та інші підтвердження.

По-друге, невідповідність витрат умовам грантової угоди**.** Навіть належно оформлена господарська операція може не відповідати затвердженому бюджету або дозволеним категоріям витрат. Наприклад, грантодавець може обмежувати фінансування адміністративних витрат, визначати граничну вартість обладнання чи вимагати попереднього погодження певних закупівель.

По-третє, недостатня деталізація призначення витрат. Якщо документи не містять інформації, що дає змогу пов'язати придбані товари або послуги з конкретним грантовим проєктом, виникають труднощі під час складання звітності та проведення перевірок. Особливо це стосується витрат на оренду, комунальні послуги, оплату праці та інші операції, які можуть одночасно забезпечувати декілька напрямів діяльності.

По-четверте, відсутність систематизованого зберігання документів. Розпорошення інформації між бухгалтерією, керівником проєкту, відділом закупівель і зовнішніми консультантами ускладнює оперативний пошук підтверджень. Додаткові ризики виникають у разі використання різних форматів документів та відсутності єдиного порядку їх реєстрації.

По-п’яте, розбіжності між бухгалтерською та донорською звітністю. Бухгалтерський облік відображає господарські операції відповідно до законодавства та застосовуваних стандартів, тоді як звітність грантодавцю може формуватися за окремими категоріями бюджету, проєктними періодами або спеціальними правилами прийнятності витрат. Тому суми у звітах можуть групуватися по-різному, хоча мають узгоджуватися з бухгалтерськими даними та підтвердними документами.

Для підвищення ефективності контролю доцільно класифікувати ризики за їхнім характером і можливими наслідками.

Таблиця1.Класифікація ризиків за їхнім характером та можливі наслідки

Вид ризику	**Можлива причина**	**Рекомендований захід контролю**
Документальний	Відсутність або неповнота первинних документів	Перевірка комплектності документів до відображення операції в обліку
Цільовий	Витрати не відповідають умовам гранту	Попередня перевірка витрат за бюджетом і грантовою угодою
Обліковий	Неправильне визнання доходу або класифікація витрат	Періодична звірка операцій із вимогами НП(С)БО 15 та обліковою політикою
Звітний	Розбіжності між бухгалтерськими даними й донорським звітом	Узгодження звітів із регістрами бухгалтерського обліку
Організаційний	Несвоєчасне подання документів відповідальними особами	Визначення відповідальних осіб і строків передавання документів
Фінансовий	Потреба повернення коштів через порушення умов фінансування	Моніторинг виконання договірних зобов’язань і невикористаних залишків

Наведена класифікація має практичне значення, оскільки дає змогу пов’язати конкретний ризик із відповідальною особою та визначеною контрольною процедурою. Це сприяє переходу від реагування на виявлені порушення до їх попередження.

Для підвищення прозорості грантових операцій доцільно запровадити на підприємстві окремий порядок облікового супроводу кожного проєкту. Він має охоплювати етапи від отримання гранту до остаточного звітування та завершення зобов’язань перед грантодавцем.

На першому етапі необхідно проаналізувати грантову угоду, визначити дозволені напрями витрат, бюджетні обмеження, строки використання коштів, порядок погодження змін і вимоги до звітності. На підставі цього доцільно скласти внутрішній перелік документів, необхідних для кожної категорії витрат.

На другому етапі варто організувати аналітичний облік у розрізі грантових проєктів, статей бюджету, контрагентів і періодів фінансування. Це може бути реалізовано шляхом відкриття відповідних аналітичних рахунків, використання субрахунків та аналітичних ознак у бухгалтерській програмі. Такий підхід дає змогу відокремлювати грантові операції від інших господарських операцій і формувати звітність за окремим проєктом.

На третьому етапі доцільно впровадити попередній контроль витрат. До здійснення платежу відповідальна особа повинна перевіряти, чи передбачена витрата бюджетом гранту, чи дотримано встановлених процедур закупівлі, чи отримано необхідні погодження та чи визначено комплект документів, якими підтверджуватиметься операція.

На четвертому етапі необхідно забезпечити регулярну звірку бухгалтерських регістрів із банківськими виписками, первинними документами та звітами для грантодавця. Періодичність звірок доцільно визначати з урахуванням строків донорського звітування та умов конкретної програми.

На п’ятому етапі варто організувати систематизоване зберігання документів. Для кожного проєкту доцільно формувати електронне або паперове досьє, яке міститиме грантову угоду, бюджет, погодження змін, документи щодо закупівель, первинні документи, платіжні підтвердження, бухгалтерські довідки та подані звіти. Строки зберігання документів визначаються відповідно до законодавства, а також додаткових договірних вимог, якщо вони застосовуються.

Окрему увагу потрібно приділяти витратам на придбання необоротних активів. У таких випадках бухгалтер має розмежовувати капітальні інвестиції та поточні витрати, документувати введення об’єкта в експлуатацію й забезпечувати належне відображення отриманого цільового фінансування відповідно до застосовуваних стандартів.

Запропонований підхід доцільно закріпити у внутрішньому положенні про облік і контроль грантових проєктів. У ньому слід визначити відповідальних осіб, порядок погодження витрат, строки передавання документів до бухгалтерії, правила ведення аналітичного обліку та процедури підготовки звітності.

Водночас необхідно враховувати, що внутрішні процедури підприємства не замінюють вимог законодавства та грантової угоди. Для державних грантових програм додатково перевіряються спеціальні нормативні умови використання коштів, а для міжнародних і приватних грантів — відповідні договірні положення.

попередню перевірку витрат, регулярно узгоджувати бухгалтерські регістри зі звітністю грантодавцю та формувати структуроване документальне досьє.

Практична реалізація цих заходів сприятиме підвищенню достовірності облікової інформації, своєчасності звітування та зменшенню ризику порушення умов грантового фінансування. Перспективним напрямом подальших досліджень є розроблення типових внутрішніх регламентів документального

супроводу грантових проєктів з урахуванням відмінностей між державними, міжнародними та приватними програмами фінансування.

Список використаних джерел

1. Сидоренко Р. В., Жураковська І. В. Облік грантів: впровадження правил обліку за МСФЗ у вітчизняну практику. *Економічний форум*. 2022. Т. 12, № 4. С. 127–135.
2. Садовська І. Б., Нагірська К. Є. Особливості обліку і оподаткування цільового фінансування в частині грантових коштів. *Економіка та суспільство*. 2023. № 58.
3. Садовська І. Б., Нагірська К. Є. Організація обліку в управлінні грантовими проєктами небюджетного неприбуткового сектору. *Економічний часопис Волинського національного університету імені Лесі Українки*. 2026. С.62-71.

Нормативно-правові джерела

1. Про бухгалтерський облік та фінансову звітність в Україні : Закон України від 16.07.1999 № 996-XIV
2. Про затвердження Національного положення (стандарту) бухгалтерського обліку 15 «Дохід» : наказ Міністерства фінансів України від 29.11.1999 № 290.
3. Про затвердження Положення про документальне забезпечення записів у бухгалтерському обліку : наказ Міністерства фінансів України від 24.05.1995 № 88.
4. Облік грантів та міжнародної технічної допомоги: НП(С)БО 15 та праця Сидоренка і Жураковської.
5. Податковий кодекс України : Кодекс України від 02.12.2010 № 2755-VI.

Proceedings of the 4th International Scientific
and Practical Conference
"The Future of Science: Emerging Research and Technological Innovations"
October 26-28, 2026
Helsinki, Finland

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