INDEX COPERNICUS INTERNATIONAL

№55
AUGUST, 2025

ISSN 2710-3056

The issue of journal contains:

Proceedings of the IX Correspondence International Scientific and Practical Conference

SCIENCE OF POST-INDUSTRIAL SOCIETY: GLOBALIZATION AND TRANSFORMATION PROCESSES

held on August 22th, 2025 by

NGO European Scientific Platform (Vinnytsia, Ukraine)
LLC International Centre Corporative Management (Vienna, Austria)

GRAIL OF SCIENCE
PERIODICAL SCIENTIFIC JOURNAL

ISSN 2710–3056

INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL

GRAIL OF SCIENCE

№ 55 (August 2025)

with the proceedings of the:

IX Correspondence International Scientific and Practical Conference

SCIENCE OF POST-INDUSTRIAL SOCIETY: GLOBALIZATION AND TRANSFORMATION PROCESSES

held on August 22nd, 2025 by

NGO European Scientific Platform (Vinnytsia, Ukraine)
LLC International Centre Corporative Management (Vienna, Austria)

МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

ГРААЛЬ НАУКИ

№ 55 (сепрень, 2025)

за матеріалами:

IX Міжнародної науково-практичної конференції

SCIENCE OF POST-INDUSTRIAL SOCIETY: GLOBALIZATION AND TRANSFORMATION PROCESSES

що проводилася 22.08.2025

ГО «Європейська наукова платформа» (Вінниця, Україна)
ТОВ «International Centre Corporative Management» (Відень, Австрія)

Вінниця – Відень, 2025

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025

ГРААЛЬ НАУКИ : міжнар. наук. журнал. – Вінниця : ГО «Європейська наукова платформа»; НУ «Інститут науково-технічної інтеграції та співпраці», 2025. – No 55. – 790 с.

Видання розраховане на науковців, викладачів, аспірантів, студентів, усіх, хто прагне отримати ґрунтовні знання теоретичного і прикладного характеру.

Рекомендовано до видання Вченою Радою Наукової установи «Інститут науково-технічної інтеграції та співпраці». Протокол № 33 від 21.08.2025.

Головний редактор: Танасійчук Альона Миколаївна, д-р. екон. наук, доцент (Україна)
Заступник головного редактора: Ємельянов Олександр Юрійович, д-р. екон. наук, професор (Україна)
Голова оргкомітету конференції: Голденблат Марія (Україна)
Заступник голови оргкомітету конференції: Рейчел Апаро (Австрійська Республіка)
Відповідальний секретар: Рабей Настасія Романівна (Україна)

ЧЛЕНИ РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ:
Квасницька Раїса Степанівна - д-р. екон. наук, професор (Україна); **Jakhongir Shaturaev** - канд. екон. наук, доцент (Республіка Узбекистан); **Бойко Світлана Василівна** - канд. екон. наук, доцент (Україна); **Заднєпровська Ганна Ігорівна** - канд. екон. наук (Україна); **Занора Володимир Олександрович** - канд. екон. наук, доцент (Україна); **Маркович Ірина Богданівна** - канд. екон. наук, доцент (Україна); **Яковенко Роман Валерійович** - канд. екон. наук, доцент (Україна); **Поливана Людмила Анатоліївна** - канд. екон. наук, доцент (Україна); **Гевчук Анна Вікторівна** - д-р. екон. наук, професор (Україна); **Маслій Олександра Анатоліївна** - канд. екон. наук, доцент (Україна); **Євтушенко Наталія Миколаївна** - канд. екон. наук, доцент (Україна); **Москвічова Олена Сергіївна** - канд. екон. наук, доцент (Україна); **Ясишена Валентина Валеріївна** - д-р. екон. наук, професор (Україна); **Михайлишин Лілія Іванівна** - д-р. екон. наук, професор (Україна); **Гавриленко Наталія Вікторівна** - канд. екон. наук, доцент (Україна); **Гіулі Гігуашвілі** - д-р. екон. наук, професор (Грузія); **Тамар Макасарашвілі** - д-р. екон. наук, професор (Грузія); **Мерабі Ванішвілі** - д-р. екон. наук, професор (Грузія).

НАУКОВІ КОНСУЛЬТАНТИ:
Онікієнко Сергій Володимирович - д-р. екон. наук, професор (Україна); **Marko Timchev** - д-р. екон. наук, доцент (Республіка Болгарія); **Khatuna Tabagari** - д-р. екон. наук, професор (Сакартвело); **Грень Лариса Миколаївна** - д-р. наук з держ. управління, професор (Україна); **Михаліцька Наталія Ярославівна** - канд. наук з держ. управління, доцент (Україна); **Ткаченко Павло Ігорович** - аспірант (Україна); **Купріянова Дарина Сергіївна** - практикуючий юрист (Польща); **Губаль Галина Миколаївна** - канд. фіз-мат. наук, доцент (Україна); **Козуб Галина Олександрівна** - канд. техн. наук, доцент (Україна); **Козьма Антон Антонович** - канд. хім. наук (Україна); **Морозова Тетяна Василівна** - канд. біол. наук, доцент (Україна); **Купріянова Лариса Сергіївна** - канд. мед. наук, доцент (Україна); **Лисенко Дмитро Андрійович** - канд. мед. наук, доцент (Україна); **Цубанова Наталя Анатоліївна** - д-р. фарм. наук., професор (Україна); **Олійник Світлана Валентинівна** - канд. фарм. наук, доцент (Україна); **Полєжаєв Юрій Григорович** - канд. наук із соц. ком., доцент (Україна); **Mukhabbat Khakimova** - д-р. пед. наук, професор (Республіка Узбекистан); **Куліченко Алла Костянтинівна** - д-р. пед. наук, доцент (Україна); **Фурман Тарас Юрійович** - канд. пед. наук, доцент (Україна); **Бажан Станіслав Миколайович** - д-р. філософії (Україна); **Ямполь Юрій Віталійович** - аспірант (Україна); **Антипова Жанна Ігорівна** - старший викладач (Україна); **Яцик Мар'яна Романівна** - канд. пед. наук, доцент (Україна); **Корбозерова Ніна Миколаївна** - д-р. філол. наук, професор (Україна); **Ковальська Наталя Аркадіївна** - канд. філол. наук, доцент (Україна); **Присяжнюк Оксана Ярославівна** - канд. філол. наук, доцент (Україна); **Мелех Галина Богданівна** - канд. філол. наук, доцент (Україна); **Корнус Анатолій Олександрович** - канд. геогр. наук, доцент (Україна); **Фомін Андрій Володимирович** - канд. іст. наук, доцент (Україна); **Рубан Микола Юрійович** - д-р. філос. з іст. та археології (Україна); **Гірна Наталія Мирославівна** - канд. іст. наук, доцент (Україна); **Устінова Ірина Ігорівна** - д-р. арх., професор (Україна); **Катерина Діденко** - канд. арх. (Україна); **Воскобойнікова Юлія Василівна** - д-р. мист. (Україна); **Крипчук Микола Володимирович** - канд. мист., доцент (Україна); **Лугова Тетяна Анатоліївна** - канд. мист., доцент (Україна)

Верстальник: *Білоус Тетяна (Україна).* ***Дизайнер:*** *Казьміна Надія (Україна).* ***Коректор:*** *Дудник Григорій (Україна).*

«Грааль науки» є офіційно зареєстрованим мультидисциплінарним науковим виданням з міжнародною сферою поширення, що підтримує політику відкритого доступу. **Ідентифікатор медіа R30-02704** (рішення № 430 від 22.02.2024 Національної Ради України з питань телебачення і радіомовлення).

Наказом МОН України № 582 від 24.04.2024 виданню «Грааль науки» присвоєно Категорію Б фахових видань України з питань економіки (051 «Економіка»).

«Грааль науки» індексується в міжнародних реферативних та наукометричних базах даних:
Index Copernicus Journals Master List; «Наукова періодика України» (Національна бібліотека України імені В.І. Вернадського НАН України); Національний репозитарій академічних текстів; Google Scholar; WorldCat; Open Ukrainian Citation Index; CrossRef; Mendeley; Scite; Semantic Scholar; Scilit; OpenAIRE, PubPeer.

Конференція зареєстрована УкрІНТЕІ (Посвідчення № 435 від 10.06.2025) та сертифікована Euro Science Certification Group (Сертифікат № 22924 від 14.07.2025).

За точність викладених фактів та правильність цитування відповідальність несе автор.

© Автори статей, 2025
© ГО «Європейська наукова платформа», 2025
© НУ «Інститут науково-технічної інтеграції та співпраці», 2025
© LLC «International Centre Corporative Management», 2025

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025

GRAIL OF SCIENCE : inter. scientific journal. – Vinnytsia : NGO «European Scientific Platform»; SI «Institute of Scientific and Technical Integration and Cooperation», 2025. – No 55. – 790 p.

The publication is intended for scientists, teachers, graduate students, students, all those who seek to obtain thorough knowledge of a theoretical and applied nature.

Recommended for publication by the Academic Council of the Institute of Scientific and Technical Integration and Cooperation. Protocol № 33 from August 21, 2025.

Editor-in-chief: Alona Tanasiichuk, D.Sc. in Economics, Associate professor (Ukraine)
Deputy editor-in-chief: Olexandr Yemelyanov, D.Sc. in Economics, Professor (Ukraine)
Chairman of the Organizing Committee: Miriam Goldenblat (Ukraine)
Deputy Chairman of the Organizing Committee: Rachael Aparo (Austria)
Responsible secretary: Nastasiia Rabei (Ukraine)

EDITORIAL BOARD:
Raisa Kvasnytska - D.Sc. in Economics, Professor (Ukraine); **Jakhongir Shaturaev** - Ph.D. in Economics, Associate professor (Republic of Uzbekistan); **Svitlana Boiko** - Ph.D. in Economics, Associate professor (Ukraine); **Hanna Zadnieprovska** - Ph.D. in Economics (Ukraine); **Volodymyr Zanora** - Ph.D. in Economics, Associate professor (Ukraine); **Iryna Markovych** - Ph.D. in Economics, Associate professor (Ukraine); **Roman Yakovenko** - Ph.D. in Economics, Associate professor (Ukraine); **Liudmyla Polyvana** - Ph.D. in Economics, Associate professor (Ukraine); **Anna Hevchuk** - D.Sc. in Economics, Professor (Ukraine); **Oleksandra Maslii** - Ph.D. in Economics, Associate professor (Ukraine); **Nataliia Yevtushenko** - Ph.D. in Economics, Associate professor (Ukraine); **Olena Moskvichova** - Ph.D. in Economics, Associate professor (Ukraine); **Valentyna Yasyshena** - D.Sc. in Economics, Professor (Ukraine); **Liliia Mykhailyshyn** - D.Sc. in Economics, Professor (Ukraine); **Nataliia Havrylenko** - Ph.D. in Economics, Associate professor (Ukraine); **Giuli Giguashvili** - D.Sc. in Economics, Professor (Georgia); **Tamar Makasarashvili** - D.Sc. in Economics, Professor (Georgia); **Merabi Vanishvili** - D.Sc. in Economics, Professor (Georgia).

EDITORIAL CONSULTANTS:
Serhii Onikiienko - D.Sc. in Economics, Professor (Ukraine); **Khatuna Tabagari** - D.Sc. in Economics, Professor (Georgia); **Marko Timchev** - D.Sc. in Economics, Associate professor (Republic of Bulgaria); **Larysa Hren** - D.Sc. in Public administration, Professor (Ukraine); **Nataliia Mykhalitska** - Ph.D. in Public administration, Associate professor (Ukraine); **Pavlo Tkachenko** - Ph.D. student (Ukraine); **Daryna Kupriianova** - lawyer (Republic of Poland); **Halyna Hubal** - Ph.D. in Physics and Maths, Associate professor (Ukraine); **Halyna Kozub** - Ph.D. in Technical sciences, Associate professor (Ukraine); **Anton Kozma** - Ph.D. in Chemistry (Ukraine); **Tetiana Morozova** – Ph.D. in Biology, Associate professor (Ukraine); **Larysa Kupriianova** - Ph.D. in Medicine, Associate professor (Ukraine); **Dmytro Lysenko** - Ph.D. in Medicine, Associate professor (Ukraine); **Natalia Tsubanova** - D.Sc. in Pharmacy, Professor (Ukraine); **Svitlana Oliinyk** - Ph.D. in Pharmacy, Associate professor (Ukraine); **Yuriy Polyezhayev** - Ph.D. in Social Communications, Associate professor (Ukraine); **Mukhabbat Khakimova** - D.Sc. in Pedagogy, Professor (Republic of Uzbekistan); **Alla Kulichenko** - D.Sc. in Pedagogy, Associate professor (Ukraine); **Taras Furman** - Ph.D. in Pedagogy, Associate professor (Ukraine); **Stanislav Bazhan** - Doctor of Philosophy (Ukraine); **Yurii Yampol** - Ph.D. student (Ukraine); **Zhanna Antypova** - Senior Lecturer (Ukraine); **Yatsyk Mariana** - Ph.D. in Pedagogy, Associate professor (Ukraine); **Nina Korbozerova** - D.Sc. in Philology, Professor (Ukraine); **Natalia Kovalska** - Ph.D. in Philology, Associate professor (Ukraine); **Oksana Prysiazhniuk** - Ph.D. in Philology, Associate professor (Ukraine); **Melekh Halyna** - Ph.D. in Philology, Associate professor (Ukraine); **Anatolii Kornus** - Ph.D. in Geography, Associate professor (Ukraine); **Andrii Fomin** - Ph.D. in History, Associate professor (Ukraine); **Mykola Ruban** - Ph.D. in History and Archaeology (Ukraine); **Nataliia Hirna** - Ph.D. in History, Associate professor (Ukraine); **Iryna Ustinova** - D.Sc. in Architecture, Professor (Ukraine); **Kateryna Didenko** - Ph.D. in Architecture (Ukraine); **Yuliia Voskoboinikova** - D.Sc. in Arts (Ukraine); **Mykola Krypchuk** - Ph.D. in Arts, Associate professor (Ukraine); **Tetiana Luhova** - Ph.D. in Arts, Associate professor (Ukraine)

Responsible for e-layout: *Tetiana Bilous (Ukraine).* ***Designer:*** *Nadiia Kazmina (Ukraine).* ***Proofreader:*** *Hryhorii Dudnyk (Ukraine).*

The journal «Grail of Science» is an officially registered in Ukraine multidisciplinary and internationally disseminated scientific edition that supports the policy of open access for scientific publications. **Media identifier R30-02704** (decision № 430 dated 22.02.2024 of the National Council of Ukraine on Television and Radio Broadcasting).

By order of the Ministry of Education and Culture of Ukraine № 582 of April 24, 2024, the journal «Grail of Science» was assigned Category B of specialized publications of Ukraine on economics (051 «Economics»).

The journal «Grail of Science» is indexed in international reference and scientometric databases:
Index Copernicus Journals Master List; «Наукова періодика України» (Національна бібліотека України імені В.І. Вернадського НАН України); Національний репозитарій академічних текстів; Google Scholar; WorldCat; Open Ukrainian Citation Index; CrossRef; Mendeley; Scite; Semantic Scholar; Scilit; OpenAIRE, PubPeer.

The conference is approved by UKRISTEI (Certificate № 435 dated June 10th, 2025) and certified by Euro Science Certification Group (Certificate № 22924 dated July 14th, 2025).

The author is responsible for the accuracy of the facts presented and the correctness of citations.

© Authors of articles, 2025
© NGO «European Scientific Platform», 2025
© SI «Institute of Scientific and Technical Integration and Cooperation», 2025
© LLC «International Centre Corporative Management», 2025

ЗМІСТ

РОЗДІЛ І.
ЗАГАЛЬНА ЕКОНОМІЧНА ТЕОРІЯ (Категорія Б)

МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ РОЗРОБЛЕННЯ ІНСТРУМЕНТАРІЮ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕНДЕНЦІЙ РОЗВИТКУ РИНКІВ НАФТОПРОДУКТІВ
Донець Д.М. 28

РОЗДІЛ ІІ.
ПОВЕДІНКОВА ЕКОНОМІКА (Категорія Б)

ПОВЕДІНКОВА ЕКОНОМІКА СЕРЕД ІНТЕРНЕТ-ПРОДАЖІВ У СВІТІ
Мельник Л.С. 36

ФОРМУВАННЯ ПОВЕДІНКОВОЇ КУЛЬТУРИ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ З УПРАВЛІННЯ ЗАСОБАМИ НАУКОВОЇ КОМУНІКАЦІЇ
Кулик О.Д., Перчук О.В., Кардаш Л.В. 42

РОЗДІЛ ІІІ.
ІННОВАЦІЙНА ЕКОНОМІКА (Категорія Б)

ECONOMIC EFFECTS OF MULTIMODAL MIDDLE CORRIDOR AND STRATEGIC ECOLOGICAL SECURITY CHALLENGES IN GEORGIA
Teimuraz Adeishvili, Tchiotashvili D., Berdzenishvili N. 52

MODERN TRENDS AND CHALLENGES OF TOURISM DEVELOPMENT IN GEORGIA
Azmaiparashvili M. 59

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОЦІНКИ ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ: ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ
Гавриляк А.С., Паук О.Р., Дяків С.І. 66

АУДІОМАРКЕТИНГ У ПАРАДИГМІ ІННОВАЦІЙНОЇ ЕКОНОМІКИ
Бондарець Н.Л., Носенко О.В. 76

ІННОВАЦІЙНІ СТРАТЕГІЇ ПРОСУВАННЯ МАЛОГО БІЗНЕСУ
Довженко О.В., Петрова І.Л., Бєлова О.І. 88

МЕТОДИКА ОЦІНКИ СОЦІАЛЬНИХ НАСЛІДКІВ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ ЯК СКЛАДОВА АНАЛІТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УПРАВЛІННЯ СОЦІАЛЬНИМ КАПІТАЛОМ ПІДПРИЄМСТВА
Перчук О.В., Вовченко Р.С., Ліщенко Д.П. 98

МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ ЛІСОГОСПОДАРСЬКИМ ПІДПРИЄМСТВОМ
Петрученко Р.М. 105

ОСНОВНІ ТЕНДЕНЦІЇ І СУПЕРЕЧНОСТІ СТРАТЕГУВАННЯ РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВ
Ястремська О.О. 111

ОЦІНКА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНИ
Попов Р.В. 118

ПЕРЕДУМОВИ ФОРМУВАННЯ КУЛЬТУРИ НАВЧАННЯ ТА РОЗВИТКУ НА УКРАЇНСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВАХ
Дрига Є.І. 124

ФОРМУВАННЯ ІНВЕСТИЦІЙНО-ІННОВАЦІЙНОГО СЕРЕДОВИЩА РОЗВИТКУ АГРОБІЗНЕСУ В КОНТЕКСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ
Гончаренко О.В., Воздвиженський В.В. 139

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ В МАРКЕТИНГУ: ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ
Кудельський В.Е. 145

РОЗДІЛ IV.
ЦИФРОВА ЕКОНОМІКА, МАТЕМАТИЧНІ І ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ МЕТОДИ ЕКОНОМІКИ (Категорія Б)

KPI IT КОМПАНІЙ. ПРОБЛЕМИ ЗАСТОСУВАННЯ CHURN RATE
Занімонський Є.Є., Біткова Т.В. 154

ЕКОНОМІКА ПОСЛУГ СИСТЕМ КІБЕРБЕЗПЕКИ
Громико І.О. 166

НАУКОВІ ПАРКИ ЯК КАТАЛІЗАТОРИ ГЕНЕРАЦІЇ НОВАЦІЙ У НЕЛІНІЙНІЙ МОДЕЛІ
Данилович Т.Б., Бунак О.В., Паньків І.В. 174

ОПТИМІЗАЦІЙНІ МОДЕЛІ В УПРАВЛІННІ IT-ПРОЄКТАМИ
Барболіна Т.М. 182

СИНЕРГІЯ КЛЮЧОВИХ ІНДИКАТОРІВ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА РИЗИКУ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ СТІЙКОСТІ ПІДПРИЄМСТВ ДО ЦИФРОВИХ ВИКЛИКІВ
Роздопченюк В.М. 186

ФІНАНСОВИЙ АСПЕКТ ІНКЛЮЗИВНОГО РОЗВИТКУ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ: ВИКЛИКИ І ПЕРСПЕКТИВИ
Ремболович В.Д. 193

ЦИФРОВА ІДЕНТИФІКАЦІЯ СУЧАСНОГО НАУКОВЦЯ В КРАЇНАХ ЄВРОПИ ТА В УКРАЇНІ
Коломієць Н.Д. 206

ЦИФРОВІЗАЦІЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ НАФТОГАЗОВИДОБУВНИХ РОДОВИЩ
Фірман М.А. 219

РОЗДІЛ V.
ТЕОРІЇ МІКРО-, МАКРО-, РЕГІОНАЛЬНОЇ ТА МІЖНАРОДНОЇ ЕКОНОМІКИ (Категорія Б)

METHODOLOGICAL CHALLENGES AND CONCEPTUAL APPROACHES TO MEASURING THE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON ROI
Moskalyk L. 230

ДІАСПОРА ЯК ПРОВІДНИК УКРАЇНСЬКОЇ М'ЯКОЇ СИЛИ У СВІТІ
Ряса А.О. 242

РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОГРАМ КОМПЛЕКСНОГО ВІДНОВЛЕННЯ ТЕРИТОРІЙ ПОСТРАЖДАЛИХ РЕГІОНІВ В КОНТЕКСТІ ЇХ РОЗМІНУВАННЯ
Ляшенко П.А. 248

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ СТІЙКОСТІ ЯКОСТІ ЖИТТЯ НАСЕЛЕННЯ: СПЕЦИФІКА ПРИКОРДОННИХ РЕГІОНІВ
Калат Я.Я., Томашик Л.С. 257

РОЗДІЛ VI.
ФІНАНСИ ТА БАНКІВСЬКА СПРАВА; ОПОДАТКУВАННЯ, ОБЛІК І АУДИТ

СТАТТІ

АРХІТЕКТОНІКА ТА ТРАНСПАРЕНТНІСТЬ ФІНАНСОВОЇ ЗВІТНОСТІ ЯК ОСНОВА ДОСТОВІРНОГО ФОРМУВАННЯ ОБ'ЄКТА ОПОДАТКУВАННЯ ПОДАТКУ НА ПРИБУТОК
Ковценюк Г.В. 265

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ РОЗПОДІЛУ ВИТРАТ МАЙБУТНІХ ПЕРІОДІВ НА ОСНОВІ ДОХОДУ ВІД РЕАЛІЗАЦІЇ ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ
Сук П.Л. 274

ОСОБЛИВОСТІ ОБЛІКУ ВИТРАТ І КАЛЬКУЛЮВАННЯ СОБІВАРТОСТІ ПРОДУКЦІЇ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ
Мошковська О.А. 280

РОЗДІЛ VII.
МАРКЕТИНГОВА ТА ЛОГІСТИЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ

СТАТТІ

РОЗРОБКА МАРКЕТИНГОВОЇ СТРАТЕГІЇ ДЛЯ НОВОЇ ТОВАРНОЇ ЛІНІЙКИ СНЕКОВОЇ КАТЕГОРІЇ
Петрова І.Л., Довгаленко В.С. 289

РОЗДІЛ VIII.
МЕНЕДЖМЕНТ, ПУБЛІЧНЕ УПРАВЛІННЯ ТА АДМІНІСТРУВАННЯ

СТАТТІ

CHALLENGES TO THE ECONOMIC SECURITY OF SMALL AND MEDIUM-SIZED BUSINESSES IN GEORGIA
Scientific research group:
Maka Sosanidze, Nanuli Kokashvili, Leila Mamulashvili, Lali Osadze 297

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

INTERNATIONAL EXPERIENCE IN IMPLEMENTING PROJECT MANAGEMENT IN PUBLIC ADMINISTRATION
Boiko I. 305

УПРАВЛІННЯ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ: ТРАНСФОРМАЦІЯ АДМІНІСТРАТИВНИХ ПРОЦЕСІВ
Луценко І.В. 308

РОЗДІЛ IX.
ПРАВО ТА МІЖНАРОДНЕ ПРАВО

СТАТТІ

АДМІНІСТРАТИВНО-ПРАВОВІ ОСОБЛИВОСТІ ДІЯЛЬНОСТІ АРМА ЯК ОРГАНУ КОНТРОЛЮ У СФЕРІ ОБІГУ ЦИФРОВИХ ВАЛЮТ ТА ДІЯЛЬНОСТІ ОПЕРАТОРІВ ЦИФРОВИХ ВАЛЮТ
Ситенко Г.О. 310

ГЕНЕЗА ЗЕМЕЛЬНОГО ЗАКОНОДАВСТВА КРІЗЬ ПРИЗМУ ПОДОЛАННЯ БІДНОСТІ В УКРАЇНІ
Кравчук М.В. 317

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

ВПЛИВ МЕДІА І ГРОМАДСЬКОЇ ДУМКИ НА РЕАЛІЗАЦІЮ ЗАСАДИ ПРЕЗУМПЦІЇ НЕВИНУВАТОСТІ У КРИМІНАЛЬНОМУ ПРОВАДЖЕННІ
Крикніцький Я.І. 325

РОЗДІЛ X.
ВОЄННІ НАУКИ, НАЦІОНАЛЬНА БЕЗПЕКА ТА БЕЗПЕКА ДЕРЖАВНОГО КОРДОНУ

СТАТТІ

PROSPECTS FOR THE IMPLEMENTATION OF HIGH TECHNOLOGIES FOR THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF MILITARY OPERATIONS
Mammadov E. 328

БПЛА В СИСТЕМІ РОЗВІДКИ ТА ВОГНЕВОГО УРАЖЕННЯ: СУЧАСНИЙ СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ
Ковальов К.Є. 339

ПОНЯТТЯ ЕФЕКТИВНОСТІ В ОБОРОННОМУ МЕНЕДЖМЕНТІ
Турчин Д.М. 346

РОЛЬ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПЕРЕВАГИ НА ПОЛІ БОЮ
Козін Д.В. 355

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ КУЛЬТУРИ У МАЙБУТНІХ ВІЙСЬКОВИХ ПСИХОЛОГІВ
Гресь О.М. 363

РОЗДІЛ XI.
АГРАРНІ НАУКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВО

СТАТТІ

INFLUENCE OF FERTILIZATION ON YIELD AND SEED QUALITY OF MODERN SUNFLOWER HYBRIDS
Scientific research group:
Trembitska O., Stoliar S., Verbelchuk S., Bilotserkivska L. 370

THE EFFICIENCY OF KRESACYN USAGE IN TERMS OF WESTERN UKRAINIAN FORESTSTEPPE PROVINCE
Scientific research group:
Gavryluck A.T., Nemerytska L.V., Andriychuk T.O., Rozhok O.M. 375

РОЗДІЛ XII.
ХАРЧОВЕ ВИРОБНИЦТВО ТА ТЕХНОЛОГІЇ

СТАТТІ

DESIGNING A CAFÉ-CONFECTIONERY: A COMPREHENSIVE APPROACH TO QUALITY, SAFETY, AND INCLUSIVITY
Scientific research group:
Kosiak V.,Kuzmin A., Chemakina O., Kuzmin D., Matyiashchuk O., Kuzmin O. ...379

РОЗДІЛ XIII.
ТЕХНОЛОГІЇ ЛЕГКОЇ ТА ДЕРЕВООБРОБНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРИВОДІВ МОБІЛЬНИХ КАНАТНИХ ЛІСОТРАНСПОРТНИХ УСТАНОВОК НА БАЗІ КОЛІСНИХ ТРАКТОРІВ
Дзюба Л.Ф., Бариляк В.В. 390

ПРОГНОЗУВАННЯ ЧАСУ БЕЗВІДМОВНОЇ РОБОТИ МЕХАНІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ЗА ШВИДКІСТЮ ЗНОШУВАННЯ
Дзюба Л.Ф., Чмир О.Ю. 393

РОЗДІЛ XIV.
ЗАГАЛЬНА МЕХАНІКА ТА МЕХАНІЧНА ІНЖЕНЕРІЯ

СТАТТІ

ОЦІНКА ПАРАМЕТРІВ НЕСТАЦІОНАРНИХ КОЛИВАНЬ ГУСЕНИЧНИХ МАШИН ПРИ ЇХ ПРИСКОРЕНИХ ВІБРОВИПРОБУВАННЯХ
Науково-дослідна група:
Задорожний А.О., Човнюк Ю.В., Стаховський О.В., Клімов О.П., Васильєв М.І., Мартиненко М.М., Лапченков Є.В. 396

РЕАЛІЗАЦІЯ СПОЛУЧЕННЯ ПАРИ КОНІЧНИХ ПРОФІЛЬНИХ ДЕТАЛЕЙ З РІВНОВІСНИМ КОНТУРОМ
Вірич С.О., Середа Д.Ю. 404

РОЗДІЛ XV.
АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА ПРИЛАДОБУДУВАННЯ

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

STUDY OF A HYBRID MOBILE MANIPULATING ROBOT CONTROL SYSTEM BASED ON MACHINE VISION AND SENSOR NETWORKS IN INDUSTRY 5.0 PRODUCTION SCENARIOS
Nevliudov I., Yevsieiev V., Elgun Jabrayilzade 408

РОЗДІЛ XVI.
ЕКОЛОГІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

СТАТТІ

ENVIRONMENTAL RISK ASSESSMENT OF NANOMATERIALS IN MILITARY APPLICATIONS
Rzayev Shanlik Kamalpasha, Hashimov Elshan Giyas 412

РОЗДІЛ XVII.
КОМП'ЮТЕРНА ТА ПРОГРАМНА ІНЖЕНЕРІЯ

СТАТТІ

COMPUTER-AIDED ANALYSIS OF BERNSTEIN-TYPE INEQUALITIES FOR JACOBI POLYNOMIALS
Janchuk P., Tymoshchuk O. 426

ПРИЧИННО-НАСЛІДКОВИЙ ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ: ВІД КОРЕЛЯЦІЙНИХ ОБМЕЖЕНЬ ДО НОВОЇ ПАРАДИГМИ ШІ
Головкін Б.А. 438

РОЗДІЛ XVIII.
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА СИСТЕМИ

СТАТТІ

CRITICAL ASPECTS OF ANDROID APPLICATION SECURITY: THREATS, PRACTICES, AND STANDARDS
Boichuk D. 453

NEXT-GENERATION INTELLIGENT AUDIT: INNOVATIVE TRANSFORMATION AND STRATEGIC EVOLUTION OF FINANCIAL CONTROL THROUGH AI, XAI, AND AUTONOMOUS DIGITAL PLATFORMS
Popel S. 458

АНАЛІЗ КОМПОНЕНТІВ ЖИВИХ І ШТУЧНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ
Вишняков В.М., Воронежський К.В. 463

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ РОЗРОБЛЕНОГО ІНСТРУМЕНТУ CIDER ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕСТУВАННЯ БІБЛІОТЕК ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ЯКЕ НАПИСАНО НА МОВІ ПРОГРАМУВАННЯ C++
Науково-дослідна група:
Коломійцев О.В., Гулевич М.В., Собора А.І., Лільчицький В.І., Коломієць Б.І., Харченко О.Л., Ясинський О.М., Богдан С.І., Коломієць В.В., Трифоненко К.Ю., Хроль Л.О., Шендрик В.І. 476

ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ НОМОГРАМИ РОЗРАХУНКУ ХАРАКТЕРИСТИК ЛАЗЕРНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ДЛЯ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ ПРИ ОРГАНІЗАЦІЇ КОМУНІКАЦІЙ В КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖАХ
Науково-дослідна група:
Коломійцев О.В., Любченко О.В., Камчатний М.І., Власов А.В., Ячна І.Г., Шупило Р.М., Кравченко В.Л., Панченко В.І., Коробков Ю.В., Луценко А.С., Шеремет І.А. 489

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ЕФЕКТИВНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ФІЛЬТРІВ HTTP-ЗАПИТІВ У САЙДКАР-КОМПОНЕНТАХ
Науково-дослідна група:
Коломійцев О.В., Бульба С.С., Носко С.В., Галицький О.Ф., Лисий О.О., Коваль В.В., Згода Г.І., Жуков І.О., Гайбадулов Б.В., Помогаєв І.В., Матющенко В.Г. 502

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ОПТИКО-ВІЗУАЛЬНОГО КОНТРОЛЮ ПОВЕРХОНЬ ВИСОКОРОЗТАШОВАНИХ КОНСТРУКЦІЙ ПЛАНЕРА ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ
Науково-дослідна група:
Коломійцев О.В., Сайко В.Г., Комаров В.О., Дмітрієв О.М., Катунін А.М., Фесюн О.В., Кацуба Р.М., Рагулін В.В., Пятова Ю.О., Фесенко К.В., Падалка І.О. 525

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

АВТОМАТИЗОВАНЕ СОРТУВАННЯ ЗВЕРНЕНЬ: КЛАСИФІКАЦІЯ ВХІДНИХ ЗАЯВОК ПІДТРИМКИ ЗА НАМІРОМ/ТЕРМІНОВІСТЮ ТА ЇХ ПРАВИЛЬНА МАРШРУТИЗАЦІЯ
Романків Н.Д. 547

РОЗДІЛ XIX.
ТРАНСПОРТ ТА ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ

СТАТТІ

MULTILEVEL OPTIMIZATION OF MILITARY LOGISTICS: MCDA AND GIS-BASED DECISION SUPPORT FOR ROUTE AND RESOURCE PLANNING
Zeynalova Gunel Mammadalievna, Talibov Aziz Mashalla 550

АНАЛІЗ БУДОВИ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ: ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ
Коломицев В.М. 561

РОЗДІЛ XX.
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНІ НАУКИ

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

ПЕРША НЕОДНОРІДНА ЗАДАЧА ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ ДЛЯ ЧВЕРТІ ПЛОЩИНИ
Древаль О.Д., Стогній Н.П. 568

РОЗДІЛ XXI.
СОЦІОЛОГІЯ ТА СТАТИСТИКА

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

ОСОБЛИВОСТІ СОЦІАЛЬНОЇ АДАПТАЦІЇ УКРАЇНСЬКИХ МІГРАНТІВ В КРАЇНАХ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ
Шевченко С.А. 572

РОЗДІЛ XXII.
ФІЛОЛОГІЯ ТА ЖУРНАЛІСТИКА

СТАТТІ

СТРАТЕГІЇ І ТАКТИКИ ДИСКРЕДИТАЦІЇ У ПЕРЕДВИБОРЧИХ ПРОМОВАХ ДОНАЛЬДА ТРАМПА
Гордуна Є.А. 575

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

ОБСЯГ ЗНАЧЕННЯ ‘STATE’ В АНГЛІЙСЬКІЙ ТА ‘ДЕРЖАВА’ В УКРАЇНСЬКІЙ ЛЕКСИКОГРАФІЇ
Боярський П.С. 580

САТИРА ЯК ІНСТРУМЕНТ РЕПРЕЗЕНТАЦІЇ КРИЗИ: ПРАГМАТИЧНИЙ АНАЛІЗ БЮДЖЕТНОГО ДИСКУРСУ В ЖУРНАЛІ THE ECONOMIST
Юрчишин В.М. 582

ТРАНСФОРМАЦІЯ ТЕРМІНОЛОГІЧНОЇ ЛЕКСИКИ В ХУДОЖНЬОМУ ДИСКУРСІ: ВІД НАУКОВОЇ ТОЧНОСТІ ДО ЕСТЕТИЧНОЇ ВИРАЗНОСТІ
Павлюк І.Б. 585

РОЗДІЛ XXIII.
ФІЛОСОФІЯ ТА ПОЛІТОЛОГІЯ

СТАТТІ

УКРАЇНСЬКИЙ МОДЕРНІЗМ: ПРОБЛЕМА ВИТОКІВ (ВІД РОМАНТИЗМУ ДО ЕКЗИСТЕНЦІАЛІЗМУ)
Шморгун О.О. 589

РОЗДІЛ XXIV.
ПЕДАГОГІКА ТА ОСВІТА

СТАТТІ

ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATIONS IN HIGHER EDUCATION: PROSPECTS FOR PERSONALIZED LEARNING AND GOVERNANCE EFFICIENCY
İbrahimov Ramil İbrahim, Mammadova Khatira Vakil, Hashimov Elshan Giyas 601

EFFECTIVE PEDAGOGICAL METHODS FOR TEACHING ORGANIZATIONAL THEORY AND LEADERSHIP IN FOREIGN RESOURCES
Batryn N. 615

АЛГОРИТМ ВИКОРИСТАННЯ ДОПОМІЖНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ДІТЕЙ З АУТИЗМОМ В ІНКЛЮЗИВНОМУ ОСВІТНЬОМУ СЕРЕДОВИЩІ
Скрипник Т.В., Таран О.П., Стратулат Н.М. 623

ЗАРУБІЖНИЙ ДОСВІД ВПРОВАДЖЕННЯ STEAM ОСВІТИ
Науково-дослідна група:
Малишев В., Сущенко А., Габ А., Орел О.,.Лопух Л. 630

ІНТЕГРАЦІЯ ЗМІСТУ КУРСУ «Я ДОСЛІДЖУЮ СВІТ» ТА АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ У 1–4 КЛАСАХ НУШ: ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА
Мозуль І.В. 648

ІНТЕРАКТИВНІ ПЛАТФОРМИ ДЛЯ ТВОРЧОЇ ТА ДОСЛІДНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВСТВА НА УРОКАХ СЛОВЕСНОСТІ
Гарна С.Ю., Щербатюк В.С., Ковальова Т.Г. 655

МЕТОДИЧНІ РІШЕННЯ ЩОДО ВПРОВАДЖЕННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ОСВІТУ МАЙБУТНЬОГО ПЕДАГОГА
Науково-дослідна група:
Звєкова В.К., Звєкова С.М., Рогатин С.В., Бабовал С.В. 664

НЕЙРОФІЗІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ КОРЕКЦІЇ: РУХОВА КООРДИНАЦІЯ ЯК КЛЮЧОВИЙ ФАКТОР ПРИ ТЯЖКИХ ПОРУШЕННЯХ МОВЛЕННЯ
Губарь О.Г., Пономаренко К.О. 671

ПОНЯТТЯ «ПРОФЕСІЙНА ІДЕНТИЧНІСТЬ» У КОНТЕКСТІ ПЕДАГОГІЧНОЇ НАУКИ
Явон А.П. 676

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

CHALLENGES AND PROSPECTS OF IMPLEMENTING THE HUMANISTIC EDUCATIONAL MODEL IN UKRAINE DURING WARTIME CONDITIONS
Stepanechko O. 679

PEDAGOGICAL SKILLS AND HABITS IN THE TEACHING PROFESSION
Khudiyeva Farida Tofig 682

НАВЧАЛЬНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ARDUINO ПРИ ВИВЧЕННІ ГАРМОНІЧНИХ КОЛИВАНЬ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ФІЗИКИ
Азін Д.О., Хорольський О.В. 684

РОЗДІЛ XXV.
МЕДИЧНІ НАУКИ ТА ГРОМАДСЬКЕ ЗДОРОВ'Я

СТАТТІ

ТОКСИЧНИЙ ВПЛИВ НАДМІРНИХ ДОЗ ВІТАМІНІВ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ
Науково-дослідна група:
Покотило В.В., Федевич Ю.М., Фартушок Т.В., Фартушок Н.В. 687

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

ANALYSIS OF ACUTE LOWER LIMB ISCHEMIA DYNAMICS IN PATIENTS WITH LOWER LIMB ARTERIAL THROMBOSIS AND OUTFLOW ARTERY INJURY USING CATHETER-DIRECTED THROMBOLYSIS
Makivchuk D., Hupalo Yu. 697

РОЗДІЛ XXVI.
ФАРМАЦІЯ ТА ФАРМАКОТЕРАПІЯ

СТАТТІ

THE ROLE OF EXTEMPORAL REMEDIES IN COSMETIC PRACTICE
Sakhatska I.M., Horoshko O.M., Drachuk V.M. 699

РОЗДІЛ XXVII.
ФІЗИЧНА КУЛЬТУРА, СПОРТ ТА ФІЗИЧНА ТЕРАПІЯ

СТАТТІ

СУЧАСНІ ІННОВАЦІЙНІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ І ЇХ ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ У СПОРТІ
Науково-дослідна група:
Гордєєва М.В., Сергієнко К.М., Сергієнко І.Р., Герасименко С.О. 703

РОЗДІЛ XXVIII.
ІСТОРІЯ, АРХЕОЛОГІЯ ТА КУЛЬТУРОЛОГІЯ

СТАТТІ

ЖІНОЧІ СОРОЧКИ УЖАНСЬКИХ ДОЛИНЯН ЗАКАРПАТТЯ КІНЦЯ XIX – ПЕРШОЇ ПОЛОВИНИ XX СТ.
Коцан В.В. 712

РОЗДІЛ XXIX.
АРХІТЕКТУРА ТА БУДІВНИЦТВО

СТАТТІ

ЄДЕССБ. ОСТАННІ ЗМІНИ В МІСТОБУДІВНИХ НОРМАТИВНИХ АКТАХ
Науково-дослідна група:
Погосов О.Г., Габа К.О., Пашкова Л.В., Дорошенко А.А. 723

МЕТОДИКА РОЗУМНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ГОТЕЛІВ: ПРОСТІР, ЩО АДАПТУЄТЬСЯ ДО ПОТРЕБ
Чабан Є.С., Криворучко Н.І. 730

МОДЕРНІЗМ В АРХІТЕКТУРІ: ІСТОРИЧНІ ВИТОКИ, ІДЕАЛИ І СУЧАСНА КРИТИКА
Баланюк Ю. 742

РОЗДІЛ XXX.
КУЛЬТУРА ТА МИСТЕЦТВО

СТАТТІ

3D-ТЕХНОЛОГІЇ В АУДІОВІЗУАЛЬНОМУ МИСТЕЦТВІ: ТРАНСФОРМАЦІЯ ПРИНЦИПІВ КОМПОЗИЦІЇ Й КАДРУВАННЯ, ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ
Бурлевич О.О. 746

VISUAL DESIGN IN REPRESENTING WAR MEMORY IN UKRAINE: ETHICAL AND COMMUNICATIVE DIMENSIONS
Kvasnytsya R. 751

ПОВЕДІНКОВА ЕКОНОМІКА У СФЕРІ ПЕРФОРМАТИВНОГО МИСТЕЦТВА УКРАЇНИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ
Білан В.В., Громадський Р.А., Ялоха Т.О. 759

УКРАЇНСЬКА КАМЕРНА-АНСАМБЛЕВА МУЗИКА ДУХОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ ДРУГОЇ ЧВЕРТІ XX СТОЛІТТЯ
Круль П.Ф., Стефанюк М.П., Гроссберг Т.Ю. 774

РОЗДІЛ XXXI.
ГЕОГРАФІЯ ТА ГЕОЛОГІЯ

СТАТТІ

ПРИМІСЬКІ ЗАЛІЗНИЧНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ В УКРАЇНІ: ОСОБЛИВОСТІ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ І ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ
Борсук Ю.В. 780

CONTENT

SECTION I.
GENERAL ECONOMIC THEORY

METHODOLOGICAL PRINCIPLES OF DEVELOPING A TOOLKIT FOR FORECASTING TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF OIL PRODUCTS MARKETS
Donets D. 28

SECTION II.
BEHAVIORAL ECONOMICS

BEHAVIORAL ECONOMICS AMONG INTERNET SALES IN THE WORLD
Melnyk L. 36

FORMING THE BEHAVIOURAL CULTURE OF FUTURE SPECIALISTS IN THE MANAGEMENT OF SCIENTIFIC COMMUNICATION RESOURCES
Kulyk O.D., Perchuk O.V., Kardash L.V. 42

SECTION III.
INNOVATIVE ECONOMICS

ECONOMIC EFFECTS OF MULTIMODAL MIDDLE CORRIDOR AND STRATEGIC ECOLOGICAL SECURITY CHALLENGES IN GEORGIA
Teimuraz Adeishvili, Tchiotashvili D., Berdzenishvili N. 52

MODERN TRENDS AND CHALLENGES OF TOURISM DEVELOPMENT IN GEORGIA
Azmaiparashvili M. 59

MAIN DIRECTIONS OF TECHNOLOGICAL UPDATE OF CONSTRUCTION ENTERPRISES
Havryliak A., Pauk O., Dyakiv S. 66

AUDIO MARKETING IN THE PARADIGM OF THE INNOVATION ECONOMY
Bondarets N., Nosenko O. 76

INNOVATIVE STRATEGIES FOR PROMOTING SMALL BUSINESS
Dovzhenko O., Petrova I., Bielova O. 88

METHODOLOGY OF ASSESSMENT OF SOCIAL CONSEQUENCES OF MANAGERIAL DECISIONS AS A COMPONENT OF ANALYTICAL SUPPORT FOR MANAGEMENT OF SOCIAL CAPITAL OF AN ENTERPRISE
Perchuk O.V., Vovchenko R.S., Lishchenko D.P. 98

METHODOLOGICAL APPROACHES TO ASSESSING THE EFFICIENCY OF A FORESTRY ENTERPRISE
Petruchenko R. 105

MAIN TRENDS AND CONTROVERSIES IN ENTERPRISE DEVELOPMENT STRATEGY
Iastremska O. 111

ASSESSMENT OF THE COMPETITIVENESS OF THE FORESTRY SECTOR OF UKRAINE
Popov R. 118

PREREQUISITES FOR FOSTERING A LEARNING AND DEVELOPMENT CULTURE WITHIN UKRAINIAN ENTERPRISES
Dryga Ie.I. 124

FORMATION OF INVESTMENT AND INNOVATION ENVIRONMENT FOR AGRIBUSINESS DEVELOPMENT IN THE CONTEXT OF ECONOMIC SECURITY
Honcharenko O., Vozdvyzhenskyi V. 139

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MARKETING: ADVANTAGES AND DISADVANTAGES
Kudelskyi V. 145

SECTION IV.
DIGITAL ECONOMY, MATHEMATICAL AND INSTRUMENTAL METHODS OF ECONOMICS

KPI OF IT COMPANIES. CHALLENGES IN APPLYING CHURN RATE
Zanimonskiy Ye., Bitkova T. 154

ECONOMICS OF CYBERSECURITY SERVICES
Hromyko I. 166

SCIENCE PARKS AS CATALYSTS FOR INNOVATION IN A NONLINEAR MODEL
Danylovych T., Bunak O., Pankiv I. 174

OPTIMIZATION MODELS IN IT-PROJECT MANAGEMENT
Barbolina T. 182

INTEGRATING KEY PERFORMANCE AND RISK INDICATORS TO ENHANCE ORGANIZATIONAL RESILIENCE UNDER DIGITAL TRANSFORMATION
Rozdopcheniuk V. 186

THE FINANCIAL ASPECT OF INCLUSIVE DEVELOPMENT OF THE NATIONAL ECONOMY: CHALLENGES AND PROSPECTS
Rembolovych V. 193

DIGITAL IDENTIFICATION OF A MODERN SCIENTIST IN EUROPEAN COUNTRIES AND UKRAINE
Kolomiiets N. 206

DIGITALIZATION AS A TOOL FOR ENHANCING THE ECONOMIC EFFICIENCY OF OIL AND GAS FIELDS
Firman M. 219

SECTION V.
THEORIES OF MICRO-, MACRO-, REGIONAL AND INTERNATIONAL ECONOMICS

METHODOLOGICAL CHALLENGES AND CONCEPTUAL APPROACHES TO MEASURING THE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON ROI
Moskalyk L. 230

DIASPORA AS A CONDUCTOR OF UKRAINIAN SOFT POWER IN THE WORLD
Riasa A. 242

IMPLEMENTATION OF PROGRAMS FOR THE COMPREHENSIVE RESTORATION OF THE TERRITORIES OF THE AFFECTED REGIONS IN THE CONTEXT OF THEIR DEMINING
Lyashenko P.A. 248

THEORETICAL FOUNDATIONS FOR THE RESILIENCE OF QUALITY OF LIFE: SPECIFICITY OF BORDER REGIONS
Kalat Ya., Tomashyk L. 257

SECTION VI.
FINANCE AND BANKING; TAXATION, ACCOUNTING AND AUDITING

ARTICLES

ARCHITECTURE AND TRANSPARENCY OF FINANCIAL STATEMENTS AS THE BASIS FOR RELIABLE FORMATION OF THE OBJECT OF PROFIT TAXATION
Kovtseniuk H. 265

USING THE METHOD OF ALLOCATING DEFERRED EXPENSES BASED ON INCOME FROM THE SALE OF FINISHED PRODUCTS
Suk P. 274

FEATURES OF COST ACCOUNTING AND CALCULATION OF PRODUCT COST IN AGRICULTURE
Moshkovska O. 280

SECTION VII.
MARKETING AND LOGISTICS ACTIVITIES

ARTICLES

DEVELOPMENT OF A MARKETING STRATEGY FOR A NEW PRODUCT LINE IN THE SNACK CATEGORY
Petrova I.L., Dovhalenko V.S. 289

SECTION VIII.
MANAGEMENT, PUBLIC MANAGEMENT AND ADMINISTRATION

ARTICLES

CHALLENGES TO THE ECONOMIC SECURITY OF SMALL AND MEDIUM-SIZED BUSINESSES IN GEORGIA
Scientific research group:
Maka Sosanidze, Nanuli Kokashvili, Leila Mamulashvili, Lali Osadze 297

ABSTRACTS

INTERNATIONAL EXPERIENCE IN IMPLEMENTING PROJECT MANAGEMENT IN PUBLIC ADMINISTRATION
Boiko I. 305

MANAGEMENT UNDER MARTIAL ARTS CONDITIONS: TRANSFORMATION OF ADMINISTRATIVE PROCESSES
Lutsenko I. 308

SECTION IX.
LAW AND INTERNATIONAL LAW

ARTICLES

ADMINISTRATIVE AND LEGAL FEATURES OF THE ACTIVITIES OF ARMA AS A CONTROL BODY IN THE FIELD OF DIGITAL CURRENCY CIRCULATION AND THE ACTIVITIES OF DIGITAL CURRENCY OPERATORS
Sitenko G.O. 310

THE GENESIS OF LAND LEGISLATION THROUGH THE LENS OF POVERTY ALLEVIATION IN UKRAINE
Kravchuk M. 317

ABSTRACTS

THE INFLUENCE OF THE MEDIA AND PUBLIC OPINION ON THE IMPLEMENTATION OF THE PRESUMPTION OF INNOCENCE IN CRIMINAL PROCEEDINGS
Kryknitskyi Ya. 325

SECTION X.
MILITARY SCIENCES, NATIONAL SECURITY AND SECURITY OF THE STATE BORDER

ARTICLES

PROSPECTS FOR THE IMPLEMENTATION OF HIGH TECHNOLOGIES FOR THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF MILITARY OPERATIONS
Mammadov E. 328

UAVS IN THE RECONNAISSANCE AND FIRE CONTROL SYSTEM: CURRENT STATUS AND PROSPECTS
Kovalov K. 339

THE CONCEPT OF EFFICIENCY IN DEFENSE MANAGEMENT
Turchyn D. 346

THE ROLE OF ELECTRONIC WARFARE IN PROVIDING INFORMATION ADVANTAGE ON THE BATTLEFIELD
Kozin D. 355

THEORETICAL FOUNDATIONS OF THE FORMATION OF INFORMATION CULTURE IN FUTURE MILITARY PSYCHOLOGISTS
Hres O. 363

SECTION XI.
AGRICULTURAL SCIENCES AND FOODSTUFFS

ARTICLES

INFLUENCE OF FERTILIZATION ON YIELD AND SEED QUALITY OF MODERN SUNFLOWER HYBRIDS
Scientific research group:
Trembitska O., Stoliar S., Verbelchuk S., Bilotserkivska L. 370

THE EFFICIENCY OF KRESACYN USAGE IN TERMS OF WESTERN UKRAINIAN FORESTSTEPPE PROVINCE
Scientific research group:
Gavryluck A.T., Nemerytska L.V., Andriychuk T.O., Rozhok O.M. 375

SECTION XII.
FOOD PRODUCTION AND TECHNOLOGY

ARTICLES

DESIGNING A CAFÉ-CONFECTIONERY: A COMPREHENSIVE APPROACH TO QUALITY, SAFETY, AND INCLUSIVITY
Scientific research group:
Kosiak V.,Kuzmin A., Chemakina O., Kuzmin D., Matyiashchuk O., Kuzmin O. ...379

SECTION XIII. TECHNOLOGIES OF LIGHT AND WOODWORKING INDUSTRY

ABSTRACTS

JUSTIFICATION OF DRIVE PARAMETERS OF MOBILE ROPE SYSTEMS BASED ON WHEELED TRACTORS FOR TIMBER TRANSPORTING
Dziuba L., Baryliak V. 390

FORECASTING THE UPTIME OF MECHANICAL EQUIPMENT BY THE WEAR RATE
Dziuba L., Chmyr O. 393

SECTION XIV. GENERAL MECHANICS AND MECHANICAL ENGINEERING

ARTICLES

EVALUATION OF THE PARAMETERS OF UNSTATIONARY VIBRATION OF TRACKED MACHINES DURING THEIR ACCELERATED VIBRATION TESTS
Scientific research group:
Zadorozhnyi A., Chovnyuk Y., Stakhovsky O., Klimov O., Vasyliev M., Martynenko M., Lapchenkov Ye. 396

IMPLEMENTATION OF THE JOINT OF A PAIR OF CONICAL PROFILE PARTS WITH AN EQUILIBRIUM CONTOUR
Virych S., Sereda D. 404

SECTION XV. AUTOMATION AND APPLIANCES MAKING

ABSTRACTS

STUDY OF A HYBRID MOBILE MANIPULATING ROBOT CONTROL SYSTEM BASED ON MACHINE VISION AND SENSOR NETWORKS IN INDUSTRY 5.0 PRODUCTION SCENARIOS
Nevliudov I., Yevsieiev V., Elgun Jabrayilzade 408

SECTION XVI. ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL PROTECTION TECHNOLOGIES

ARTICLES

ENVIRONMENTAL RISK ASSESSMENT OF NANOMATERIALS IN MILITARY APPLICATIONS
Rzayev Shanlik Kamalpasha, Hashimov Elshan Giyas 412

SECTION XVII.
COMPUTER AND SOFTWARE ENGINEERING

ARTICLES

COMPUTER-AIDED ANALYSIS OF BERNSTEIN-TYPE INEQUALITIES FOR JACOBI POLYNOMIALS
Janchuk P., Tymoshchuk O. 426

CAUSAL AI: FROM CORRELATIONAL CONSTRAINTS TO A NEW AI PARADIGM
Golovkin B. 438

SECTION XVIII.
INFORMATION TECHNOLOGIES AND SYSTEMS

ARTICLES

CRITICAL ASPECTS OF ANDROID APPLICATION SECURITY: THREATS, PRACTICES, AND STANDARDS
Boichuk D. 453

NEXT-GENERATION INTELLIGENT AUDIT: INNOVATIVE TRANSFORMATION AND STRATEGIC EVOLUTION OF FINANCIAL CONTROL THROUGH AI, XAI, AND AUTONOMOUS DIGITAL PLATFORMS
Popel S. 458

ANALYSIS OF COMPONENTS OF LIVING AND ARTIFICIAL INFORMATION SYSTEMS
Vyshniakov V., Voronezhskyi K. 463

FEATURES OF USING THE DEVELOPED CIDER TOOL FOR AUTOMATING THE TESTING OF SOFTWARE LIBRARIES WRITTEN IN THE C++ PROGRAMMING LANGUAGE
Scientific research group:
Kolomiitsev O., Hulevych M., Sobora A., Lilchytskyi V., Kolomiets B., Kharchenko O., Yasynskyi O., Bogdan S., Kolomiiets V., Tryfonenko K., Khrol L., Shendryk V. 476

FEATURES OF THE CONSTRUCTION OF A NOMOGRAM FOR CALCULATING THE CHARACTERISTICS OF LASER RADIATION FOR DATA TRANSMISSION IN THE ORGANIZATION OF COMMUNICATIONS IN COMPUTER NETWORKS COMPUTER
Scientific research group:
Kolomiitsev O., Liubchenko O., Kamchatnyi M., Vlasov A., Yachna I., Shupylo R., Kravchenko V., Panchenko V., Korobkov Yu., Lutsenko A., Sheremet I. 489

SUGGESTIONS FOR THE EFFECTIVE USE OF HTTP REQUEST FILTERS IN SIDEKICK COMPONENTS
Scientific research group:
Kolomiitsev O., Bulba S., Nosko S., Halytskyi O., Lysyy O., Koval V., Zgoda H., Zhukov I., Haibadulov B., Pomohaiev I., Matiushchenko V. 502

PROPOSALS FOR THE APPLICATION OF UNMANNED AIRCRAFT FOR OPTICAL-VISUAL INSPECTION OF SURFACES OF HIGH-RISE PLANE STRUCTURES AIRCRAFT
Scientific research group:
Kolomiitsev O., Sayko V., Komarov V., Dmitriiev O., Katunin A., Fesiun O., Katsuba R., Rahulin V., Piatova Yu., Fesenko K., Padalka I. 525

ABSTRACTS

AUTOMATED TICKET TRIAGE: CLASSIFY INCOMING SUPPORT TICKETS BY INTENT/UREGENCY AND ROUTE THEM CORRECTLY
Romankiv N. 547

SECTION XIX.
TRANSPORT AND TRANSPORT TECHNOLOGIES

ARTICLES

MULTILEVEL OPTIMIZATION OF MILITARY LOGISTICS: MCDA AND GIS-BASED DECISION SUPPORT FOR ROUTE AND RESOURCE PLANNING
Zeynalova Gunel Mammadalievna, Talibov Aziz Mashalla 550

ANALYSIS OF TRUCK STRUCTURE: TECHNICAL SOLUTIONS TO INCREASE EFFICIENCY AND RELIABILITY
Kolomytsev V. 561

SECTION XX.
PHYSICS AND MATHEMATICS

ABSTRACTS

FIRST NONHOMOGENEOUS PROBLEM OF THERMAL CONDUCTIVITY FOR A QUARTER OF THE PLANE
Dreval O., Stognii N. 568

SECTION XXI.
SOCIOLOGY AND STATISTICS

ABSTRACTS

PECULIARITIES OF SOCIAL ADAPTATION OF UKRAINIAN MIGRANTS IN THE EUROPEAN UNION COUNTRIES
Shevchenko S.A. 572

SECTION XXII.
PHILOLOGY AND JOURNALISM

ARTICLES

STRATEGIES AND TACTICS OF DISCREDITATION IN PRE-ELECTION SPEECHES OF DONALD TRUMP
Horduna Ye. 575

ABSTRACTS

'STATE' AND 'ДЕРЖАВА' MEANINGS SCOPE IN ENGLISH AND UKRAINIAN LEXICOGRAPHY
Boiarskyi P. 580

SATIRE AS CRISIS FRAMING: A PRAGMATIC ANALYSIS OF BUDGET DISCOURSE IN THE ECONOMIST MAGAZINE
Yurchyshyn V. 582

TRANSFORMATION OF TERMINOLOGY IN LITERARY DISCOURSE: FROM SCIENTIFIC PRECISION TO AESTHETIC EXPRESSIVENESS
Pavliuk I.B. 585

SECTION XXIII.
PHILOSOPHY AND POLITICAL SCIENCE

ARTICLES

UKRAINIAN MODERNISM: THE PROBLEM OF ORIGIN (FROM ROMANTICISM TO EXISTENTIALISM)
Shmorgun O. 589

SECTION XXIV.
PEDAGOGY AND EDUCATION

ARTICLES

ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATIONS IN HIGHER EDUCATION: PROSPECTS FOR PERSONALIZED LEARNING AND GOVERNANCE EFFICIENCY
İbrahimov Ramil İbrahim, Mammadova Khatira Vakil, Hashimov Elshan Giyas 601

EFFECTIVE PEDAGOGICAL METHODS FOR TEACHING ORGANIZATIONAL THEORY AND LEADERSHIP IN FOREIGN RESOURCES
Batryn N. 615

ALGORITHM FOR THE USE OF ASSISTIVE TECHNOLOGY FOR CHILDREN WITH AUTISM IN AN INCLUSIVE EDUCATIONAL ENVIRONMENT
Skrypnyk T., Taran O., Stratulat N. 623

FOREIGN EXPERIENCE IN IMPLEMENTING STEAM EDUCATION
Scientific research group:
Malyshev V., Suschenko A., Gab A., Orel O., Lopukh L. 630

INTEGRATION OF THE CONTENT OF THE COURSE «I EXPLORE THE WORLD» AND ENGLISH LANGUAGE IN 1–4 GRADES OF THE NEW UKRAINIAN SCHOOL: THEORY AND PRACTICE
Mozul I. 648

INTERACTIVE PLATFORMS FOR STUDENTS' CREATIVE AND RESEARCH ACTIVITIES IN LANGUAGE LESSONS
Harna S.Yu., Shcherbatiuk V.S., Kovalova T.G. 655

METHODOLOGICAL APPROACHES TO IMPLEMENTING DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE EDUCATION OF FUTURE EDUCATORS
Scientific research group:
Zviekova V., Zviekova S., Rohatyn S., Baboval S. 664

NEUROPHYSIOLOGICAL BASIS OF CORRECTION: MOTOR COORDINATION AS A KEY FACTOR IN SEVERE SPEECH DISORDERS
Hubar O.H., Ponomarenko K.O. 671

THE CONCEPT OF "PROFESSIONAL IDENTITY" IN THE CONTEXT OF PEDAGOGICAL SCIENCE
Yavon A.P. 676

ABSTRACTS

CHALLENGES AND PROSPECTS OF IMPLEMENTING THE HUMANISTIC EDUCATIONAL MODEL IN UKRAINE DURING WARTIME CONDITIONS
Stepanechko O. 679

PEDAGOGICAL SKILLS AND HABITS IN THE TEACHING PROFESSION
Khudiyeva Farida Tofig 682

EDUCATIONAL POTENTIAL OF ARDUINO IN STUDYING HARMONIC OSCILLATIONS IN THE SCHOOL COURSE OF PHYSICS
Azin D., Khorolskyi O. 684

SECTION XXV.
MEDICAL SCIENCES AND PUBLIC HEALTH

ARTICLES

TOXIC EFFECT OF EXCESSIVE DOSES OF VITAMINS ON THE HUMAN BODY
Scientific research group:
Pokotylo V., Fedevych Yu., Fartushok T., Fartushok N. 687

ABSTRACTS

ANALYSIS OF ACUTE LOWER LIMB ISCHEMIA DYNAMICS IN PATIENTS WITH LOWER LIMB ARTERIAL THROMBOSIS AND OUTFLOW ARTERY INJURY USING CATHETER-DIRECTED THROMBOLYSIS
Makivchuk D., Hupalo Yu. 697

SECTION XXVI.
PHARMACY AND PHARMACOTHERAPY

ARTICLES

THE ROLE OF EXTEMPORAL REMEDIES IN COSMETIC PRACTICE
Sakhatska I.M., Horoshko O.M., Drachuk V.M. 699

SECTION XXVII.
PHYSICAL CULTURE, SPORTS AND PHYSICAL THERAPY

ARTICLES

CONTEMPORARY INNOVATIVE AND INFORMATION TECHNOLOGIES AND THEIR PRACTICAL USE IN SPORTS
Scientific research group:
Gordieieva M., Serhiienko K., Serhiienko I., Gerasymenko S. 703

SECTION XXVIII.
HISTORY, ARCHEOLOGY AND CULTUROLOGY

ARTICLES

WOMEN SHIRTS OF THE UZHANSKY DOLINIANS THE END OF THE XIX - THE FIRST HALF OF THE XX CENTURY
Kotsan V. 712

SECTION XXIX.
ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION

ARTICLES

EDESSC. RECENT CHANGES IN URBAN PLANNING REGULATIONS
Scientific research group:
Pohosov O., Gaba K., Pashkova L., Doroshenko A. 723

SMART HOTEL DESIGN METHODOLOGY: A SPACE THAT ADAPTS TO NEEDS
Chaban Ye., Kryvoruchko N. 730

MODERNISM IN ARCHITECTURE: HISTORICAL ORIGINS, IDEALS, AND CONTEMPORARY CRITIQUE
Balaniuk Yu. 742

SECTION XXX. CULTURE AND ART

ARTICLES

3D TECHNOLOGIES IN AUDIOVISUAL ART: TRANSFORMATION OF COMPOSITION AND FRAMING PRINCIPLES, CHALLENGES AND PROSPECTS
Burlevych O.O. 746

VISUAL DESIGN IN REPRESENTING WAR MEMORY IN UKRAINE: ETHICAL AND COMMUNICATIVE DIMENSIONS
Kvasnytsya R. 751

BEHAVIORAL ECONOMY IN THE SPHERE OF PERFORMATIVE ART OF UKRAINE IN THE CONDITIONS OF MARTIAL LAW
Bilan V., Hromadskyi R., Yalokha T. 759

UKRAINIAN CHAMBER-ENSEMBLE MUSIC OF WIND INSTRUMENTS OF THE SECOND QUARTER OF THE 20TH CENTURY
Krul P., Stefaniuk M., Grossberg T. 774

SECTION XXXI. GEOGRAPHY AND GEOLOGY

ARTICLES

SUBURBAN RAILWAY TRANSPORTATION IN UKRAINE: FEATURES OF TERRITORIAL ORGANIZATION AND DEVELOPMENT TRENDS
Borsuk Yu. 780

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.001

МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ РОЗРОБЛЕННЯ ІНСТРУМЕНТАРІЮ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕНДЕНЦІЙ РОЗВИТКУ РИНКІВ НАФТОПРОДУКТІВ

Донець Дмитро Михайлович
старший викладач кафедри маркетингу і логістики
Національний університет «Львівська політехніка», Україна

Анотація. *Метою статті є удосконалення методичних засад розроблення інструментарію для прогнозування тенденцій розвитку ринків нафтопродуктів. Виявлено існування значної кількості чинників, які визначають тенденції розвитку цих ринків. Встановлено, що сукупність зазначених чинників утворює певну ієрархію, у якій чинники нижчого рівня справляють вплив на чинники, які знаходяться на більш високому рівні даної ієрархії. Тоді чинникам, які здійснюють вплив на рівень цін та на інші параметри ринків нафтопродуктів, можна поставити у відповідність індекси, які характеризуватимуть зміну значень показників, що описують рівень цих чинників. Своєю чергою, ці індекси характеризуватимуть тенденції розвитку ринку певного виду (видів) нафтопродуктів. При цьому відповідно до встановлених груп чинників зазначені тенденції можуть бути поділені на основні, вторинні та первинні. Базуючись на ієрархії чинників, які справляють вплив на головні параметри ринку даного виду (видів) нафтопродуктів, запропоновано послідовність прогнозування тенденцій розвитку даного ринку. Використання цієї послідовності дій у практиці господарської діяльності дасть змогу ухвалювати обґрунтовані управлінські рішення щодо виробництва та споживання нафтопродуктів як на рівні окремих суб'єктів господарювання, так і на рівні органів державної влади та місцевого самоврядування.*

Ключові слова: *ринок нафтопродуктів, тенденції розвитку ринку, попит на нафтопродукти, пропозиція нафтопродуктів, ціна нафтопродукту.*

Постановка проблеми. Одним з головних завдань, які постають при розробленні стратегій економічного розвитку як на рівні підприємств, так і на загальнонаціональному рівні є аналізування параметрів зовнішнього середовища. Своєю чергою, одним з головних складників цього середовища є ринки збуту продукції та ресурсів, необхідних для її виготовлення. Зокрема, для багатьох видів економічної діяльності значний вплив на їхні фінансово-економічні результати справляє кон'юнктура, що складається на ринках сирої нафти та нафтопродуктів, коло споживачів яких є надзвичайно широким. При цьому важливо не лише оцінити поточний стан зазначених ринків, але й спрогнозувати тенденції зміни їхніх головних параметрів. Для цього необхідними є належне інформаційне забезпечення та дієвий інструментарій такого прогнозування.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Результати виконаного огляду літератури показали наявність у багатьох українських підприємств незадовільного фінансового стану [1–3], зокрема низької прибутковості [4] та недостатньої фінансової стійкості [5–8]. Серед напрямів поліпшення фінансового стану компаній варто відзначити зростання ефективності використання ними виробничих ресурсів [9–11], зокрема впровадження ресурсозберігаючих технологічних процесів [12–15]. Проте, доцільність такого впровадження потребує ретельного обґрунтування, оскільки проєкти, що спрямовані на ресурсозбереження, часто є досить капіталомісткими [16, 17] та ризикованими [18, 19].

Одним з важливих ресурсів, які застосовуються багатьма підприємствами, є нафта та нафтопродукти [20, 21]. Управління цими ресурсами потребує, зокрема, володіння інформацією про тенденції розвитку їхніх ринків [22–24]. Своєю чергою, одержання такої інформації повинно базуватися на застосуванні дієвого та науково обґрунтованого інструментарію.

Метою статті є удосконалення методичних засад розроблення інструментарію для прогнозування тенденцій розвитку ринків нафтопродуктів.

Виклад основного матеріалу. Прогнозування тенденцій розвитку ринків нафтопродуктів являє собою досить складне завдання. Це зумовлено, насамперед, наявністю значної кількості різновидів нафтопродуктів, які залежно від їх призначення, фізико-хімічних характеристик, ступеня очищення і наявності в них сірки, включають: моторне та енергетичне паливо, нафтові мастила, вуглецеві та в'яжучі матеріали, нафтохімічну сировину, нафтопродукти спеціального призначення. Отже, нафта виконує функцію одного з найважливіших видів сировини для створення високоефективного палива та різноманітних хімічних матеріалів (зокрема, для виробництва синтетичних спиртів, каучуків і каучукоподібних матеріалів, синтетичних смол, медичних препаратів, консистентних змазок, мастил, синтетичних мийних засобів, добрив, інсектицидів, продуктів харчування, товарів текстильної промисловості тощо) [25].

Окрім того, необхідно відзначити існування значної кількості чинників, які задають тенденції розвитку ринків нафтопродуктів. Тому розробленню інструментарію для прогнозування цих тенденцій повинно передувати моделювання впливу чинників на головні параметри зазначених ринків, насамперед, на рівень цін на нафтопродукти.

При цьому потрібно враховувати ту обставину, що сукупність зазначених чинників утворює певну ієрархію, у якій чинники нижчого рівня справляють вплив на чинники, що знаходяться на більш високому рівні даної ієрархії. Окрім того, оскільки завдання полягає в розробленні інструментарію для прогнозування тенденцій розвитку ринків нафтопродуктів, то модель впливу чинників на головні параметри цих ринків повинна мати динамічний характер. Враховуючи ці моменти, можливо запропонувати ієрархію зазначених чинників, яка включатиме такі їхні групи, як (рис. 1):

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

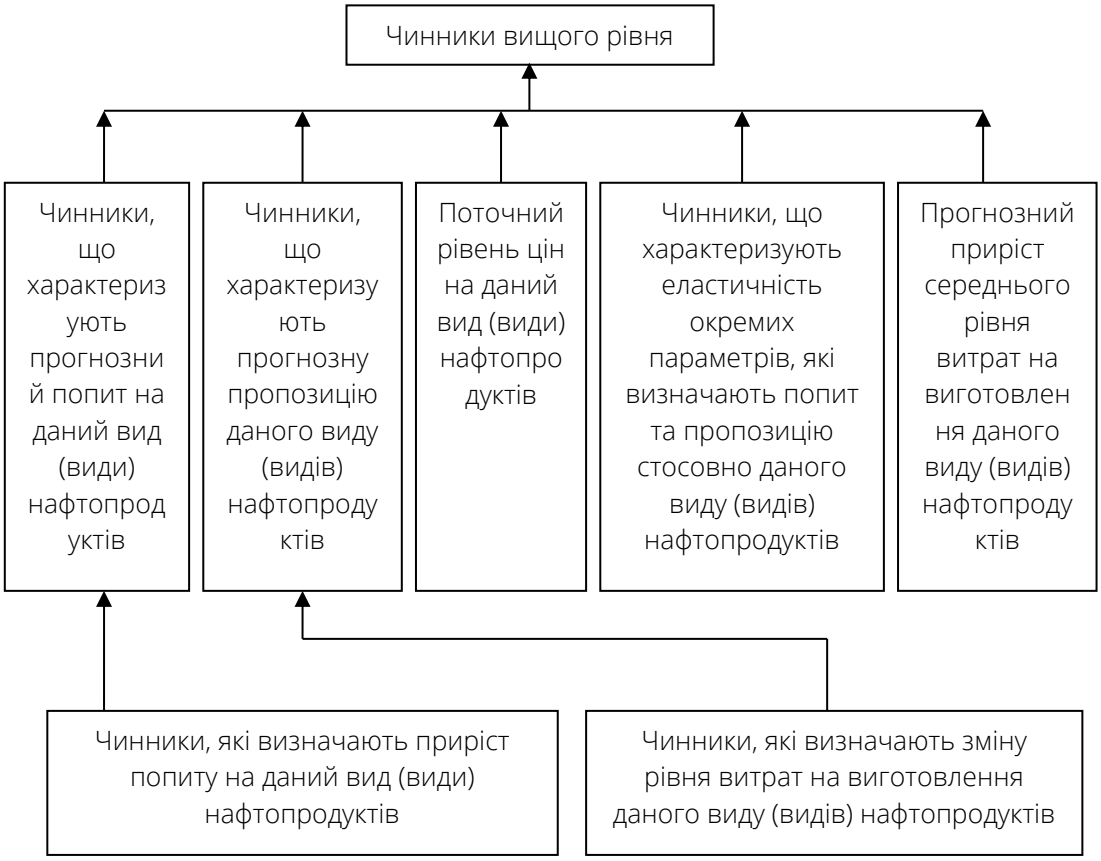


Рис. 1. Ієрархія чинників, які справляють вплив на параметри ринку даного виду (видів) нафтопродуктів

Джерело: складено автором

1. Чинники вищого рівня. До них варто віднести прогнозний приріст ціни на даний вид (види) нафтопродуктів, очікуване значення цієї ціни після такого приросту, прогнозі обсяги продажів даного виду (видів) нафтопродуктів.

2. Чинники середнього рівня. До них належать ті чинники, які справляють безпосередній вплив на чинники вищого рівня. Зокрема, до чинників середнього рівня варто віднести:

2.1. Чинники, що характеризують прогнозний попит на даний вид (види) нафтопродуктів. Зокрема, до даних чинників варто віднести прогнозну величину (як сукупну, так і за групами споживачів) приросту обсягів придбання даного виду (видів) нафтопродуктів, а також прогнозний обсяг такого придбання після зазначеного приросту.

2.2. Чинники, що характеризують прогнозну пропозицію даного виду (видів) нафтопродуктів. Зокрема, до даних чинників варто віднести: поточний обсяг виробництва даного виду (видів) нафтопродуктів (сукупний та за кожним виробником чи їхніми групами); прогнозний (сукупний та за кожним виробником чи їхніми групами) обсяг виготовлення даного виду (видів) нафтопродуктів; прогнозну величину приросту обсягу виготовлення даного виду (видів) нафтопродуктів; поточні обсяги запасів даного виду (видів) нафтопродуктів у виробників; прогнозні обсяги запасів даного виду (видів) нафтопродуктів у виробників; сукупну номінальну виробничу потужність виробників даного виду (видів) нафтопродуктів; сукупну реальну (з урахуванням

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

обставин геополітичного, військового, логістичного та іншого характеру) виробничу потужність виробників даного виду (видів) нафтопродуктів.

2.3. Поточний рівень цін на даний вид (види) нафтопродуктів.

2.4. Чинники, що характеризують еластичність окремих параметрів, які визначають попит та пропозицію стосовно даного виду (видів) нафтопродуктів, а саме: еластичність попиту на продукцію на певний вид (види) нафтопродуктів (середня та за групами споживачів) за його ціною; еластичність пропозиції даного виду (видів) нафтопродуктів за його ціною; еластичність пропозиції даного виду (видів) нафтопродуктів за рівнем витрат на їхнє виготовлення.

2.5. Прогнозний приріст середнього рівня витрат на виготовлення даного виду (видів) нафтопродуктів.

3. Чинники нижчого рівня. До цих чинників варто віднести такі:

3.1. Чинники, які визначають приріст попиту на даний вид (види) нафтопродуктів. До таких чинників доцільно, передусім, віднести: базовий обсяг придбання даного виду (видів) нафтопродуктів (сукупний та за групами споживачів); зміну фізичних обсягів діяльності (зокрема, обсягів виробництва товарів, виконання робіт та надання послуг), у процесі якої споживається даний вид (види) нафтопродуктів, впродовж прогнозного проміжку часу (за групами споживачів); зміну ефективності використання даного виду (видів) нафтопродуктів, тобто співвідношення між фізичними обсягами діяльності та фізичними обсягами споживання цього виду (видів) нафтопродуктів (за групами споживачів).

3.2. Чинники, які визначають зміну рівня витрат на виготовлення даного виду (видів) нафтопродуктів. До таких чинників доцільно, передусім, віднести: зміну рівня цін на сиру нафту, зміну рівня інших поточних видатків на виробництво та збут даного виду (видів) нафтопродуктів; зміну інвестиційних витрат на виробництво та збут даного виду (видів) нафтопродуктів.

Тоді чинникам, які здійснюють вплив на рівень цін та на інші параметри ринків нафтопродуктів, можна поставити у відповідність індекси, які характеризуватимуть зміну значень показників, що описують рівень цих чинників. Своєю чергою, ці індекси характеризуватимуть тенденції розвитку ринку певного виду (видів) нафтопродуктів. При цьому відповідно до встановлених груп чинників впливу зазначені тенденції можуть бути поділені на основні, вторинні та первинні (табл. 1).

Таблиця 1

Система індикаторів для прогнозування тенденцій розвитку ринку даного виду (видів) нафтопродуктів

Групи індикаторів	Назви індикаторів
Індикатори основних тенденцій розвитку ринку	Прогнозний темп росту цін на даний вид (види) нафтопродуктів
	Прогнозний темп росту продажів даного виду (видів) нафтопродуктів
Індикатори вторинних тенденцій розвитку ринку	Прогнозний темп росту попиту на даний вид (види) нафтопродуктів (за базового рівня цін на нього)
	Прогнозний темп росту пропозиції на даний вид (види) нафтопродуктів (за базового рівня цін на нього та відсутності обмежень)

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Проовження таблиці 1

Групи індикаторів	Назви індикаторів
	Прогнозний темп росту запасів даного виду (видів) нафтопродуктів у виробників
	Прогнозний темп росту сукупної номінальної виробничої потужності виробників даного виду (видів) нафтопродуктів
	Прогнозний темп росту сукупної реальної виробничої потужності виробників даного виду (видів) нафтопродуктів
	Прогнозний темп росту середнього рівня витрат на виготовлення даного виду (видів) нафтопродуктів
Індикатори первинних тенденцій розвитку ринку	Прогнозні темпи росту фізичних обсягів діяльності, у процесі якої споживається даний вид (види) нафтопродуктів за групами споживачів
	Прогнозні темпи росту ефективності використання даного виду (видів) нафтопродуктів за групами споживачів
	Прогнозний темп росту рівня цін на сиру нафту
	Прогнозний темп росту інших поточних видатків на виробництво та збут даного виду (видів) нафтопродуктів
	Прогнозний темп росту інвестиційних витрат на виробництво та збут даного виду (видів) нафтопродуктів

Джерело: складено автором

Базуючись на наведеній вище ієрархії чинників, які справляють вплив на головні параметри ринку даного виду (видів) нафтопродуктів, можливо запропонувати таку послідовність прогнозування тенденцій на цьому ринку:

1) збирання вхідної інформації та її оброблення. Зокрема, це стосується формування масивів даних про значення тих показників, які характеризують чинники нижчого рівня та частину чинників середнього рівня;

2) здійснення прогнозних оцінок тих показників, про які йшлося у попередньому пункті послідовності дій. Таке прогнозування може відбуватися з використанням різних методичних прийомів, зокрема екстраполяції, оброблення результатів опитування експертів, поєднання цих двох методичних прийомів тощо;

3) розрахунок прогнозних значень індикаторів первинних тенденцій розвитку ринку даного виду (видів) нафтопродуктів;

4) встановлення розрахункових значень показників, що характеризують ту частину чинників середнього рівня, інформацію про які не було зібрано на першому етапі (оскільки ці показники потребують проведення спеціальних обчислень). Зокрема, мова йде про очікувані прирости попиту та пропозиції на даний вид (види) нафтопродуктів за поточного рівня цін на нього;

5) розрахунок прогнозних значень індикаторів вторинних тенденцій розвитку ринку даного виду (видів) нафтопродуктів;

6) за даними про очікуваний приріст попиту та пропозиції на певний вид (види) нафтопродуктів за поточного рівня цін на нього, про коефіцієнти еластичності попиту та пропозиції на цей вид (види) нафтопродуктів за його ціною, а також про ліміти виробничих потужностей його виробників обчислення прогнозного рівноважного рівня цих цін;

7) розрахунок прогнозних значень індикаторів основних тенденцій розвитку ринку даного виду (видів) нафтопродуктів.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License 2025

Використання описаної послідовності дій у практиці економічних досліджень дасть змогу передбачати ті зміни, що відбуватимуться у майбутньому на ринках нафтопродуктів. Це, своєю чергою, дозволить ухвалювати обґрунтовані управлінські рішення щодо виробництва та споживання нафтопродуктів як на рівні окремих суб'єктів господарювання, так і на рівні органів державної влади та місцевого самоврядування.

Висновки та перспективи подальших розвідок. Необхідно відзначити існування значної кількості чинників, які визначають тенденції розвитку ринків нафтопродуктів. Тому розробленню інструментарію для прогнозування тенденцій на ринках нафтопродуктів повинно передувати моделювання впливу чинників на головні параметри цих ринків, насамперед, на рівень цін на зазначені продукти. При цьому потрібно враховувати ту обставину, що сукупність зазначених чинників утворює певну ієрархію, у якій чинники нижчого рівня справляють вплив на чинники, які знаходяться на більш високому рівні даної ієрархії. Тоді чинникам, які здійснюють вплив на рівень цін та на інші параметри ринків нафтопродуктів, можна поставити у відповідність індекси, які характеризуватимуть зміну значень тих показників, що описують рівень тих чи інших чинників. Своєю чергою, ці індекси характеризуватимуть тенденції розвитку ринку певного виду (видів) нафтопродуктів. При цьому відповідно до встановлених груп чинників зазначені тенденції можуть бути поділені на основні, вторинні та первинні. Базуючись на ієрархії чинників, які справляють вплив на головні параметри ринку даного виду (видів) нафтопродуктів, можливо запропонувати таку послідовність прогнозування тенденцій розвитку цього ринку: 1) збирання вхідної інформації та її оброблення; 2) здійснення прогнозних оцінок тих показників, інформацію про які було зібрано на попередньому етапі; 3) розрахунок прогнозних значень індикаторів первинних тенденцій розвитку ринку даного виду (видів) нафтопродуктів; 4) встановлення розрахункових значень показників, що характеризують ту частину чинників середнього рівня, інформацію про які не було зібрано на першому етапі; 5) розрахунок прогнозних значень індикаторів вторинних тенденцій розвитку ринку даного виду (видів) нафтопродуктів; 6) обчислення прогнозного рівноважного рівня цін на даний вид (види) нафтопродуктів; 7) розрахунок прогнозних значень індикаторів основних тенденцій розвитку ринку даного виду (видів) нафтопродуктів. Подальші дослідження повинні, серед іншого, передбачати формалізацію процесів збирання та оброблення вхідної інформації, необхідної для прогнозування тенденцій розвитку ринків нафтопродуктів.

Список використаних джерел:

[1] Кривов'язюк, І. В. (2020). *Антикризове управління підприємством. 3-тє видання*. Київ: Видавничий дім «Кондор».
[2] Сак, Т. В. (2018). Діагностика причин кризи машинобудівних підприємств України. *Економіка і суспільство*, (19), 604–611.
[3] Долбнєва, Д. В. (2015). Сучасні тенденції банкрутства підприємств в Україні та заходи по запобіганню їх неплатоспроможності. *Бізнес Інформ*, (10), 244–249.
[4] Єпіфанова, І. Ю. & Гуменюк, В. С. (2016). Прибутковість підприємства: сучасні підходи до визначення сутності. *Економіка і суспільство*, (3), 189–192.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[5] Гапак, Н. М. & Капштан, С. А. (2014). Особливості визначення фінансової стійкості підприємств. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Економіка*, (42). 191–196.
[6] Ємельянов, О. Ю. (2020). Діагностування рівня фінансової стійкості підприємств агропромислового комплексу. *Агросвіт*, (21), 3–9.
[7] Павленко, О. П. & Семиліт, І. В. (2016) Економічна сутність фінансової стійкості підприємств: фактори впливу, оцінка та джерела фінансування. *Молодий вчений*, (7(34)), 113–116.
[8] Чепка, В. В. & Матяш, О. К. (2017). Фінансова стійкість підприємства: сутність та фактори впливу. *Економіка і суспільство*, (12), 649–655.
[9] Бойчук, Н. Я. & Острянко, М. М. (2017). Проблеми енергозбереження та підвищення енергоефективності економіки України. *Сучасні проблеми економіки і підприємництво*, (19), 25–34.
[10] Жадько, К. С. (2017). Сучасні тенденції енергозбереження та ефективності діяльності підприємств. *Теоретичні і практичні аспекти економіки та інтелектуальної власності*, (16), 302–307.
[11] Ємельянов, О. Ю., Висоцький, А. Л. & Петрушка, Т. О. (2016). Моделювання процесу ціноутворення на машинобудівну продукцію. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка» «Проблеми економіки та управління»*, (847), 81–87.
[12] Петрушка, Т. О., Ємельянов, О. Ю. & Курило, О. Б. (2020). Підвищення ефективності господарської діяльності як чинник економічного розвитку підприємств. *Ефективна економіка*, (12). http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek_2020_12_23.
[13] Kryvovyazyuk, I., Vakhovych, I., Kaminska, I. & Dorosh, V. (2020). Managerial innovations in methodology of solving export-import activity problems and ensuring international corporations business excellence. *Quality - Access to Success*, 21(178), 50-55.
[14] Yemelyanov, O., Symak, A., Petrushka, T., Zahoretska, O., Kusiy, M., Lesyk, R. & Lesyk, L. (2019). Changes in Energy Consumption, Economic Growth and Aspirations for Energy Independence: Sectoral Analysis of Uses of Natural Gas in Ukrainian Economy. *Energies*, (12(24)), 4724.
[15] Yemelyanov, O., Symak, A., Petrushka, T., Lesyk, R. & Lesyk, L. (2018). Evaluation of adaptability of Ukrainian economy to changes in prices for energy carriers and to energy market risks. *Energies*, (11 (12)), 3529.
[16] Джеджула, В. В. (2011). Оцінка економічної ефективності інвестицій в енергозберігаючі проекти. *Економічний простір*, (54), 124–130.
[17] Дзядикевич, Ю. В., Буряк, М. В. & Розум, Р. І. (2011). Методи оцінки ефективності інвестицій в енергозбереження. *Інноваційна економіка*, (2), 119–122.
[18] Ілляшенко, К. В. (2007). Можливості підвищення ефективності інвестицій за рахунок зниження ризиків. *Економіка і регіон*, (2(13)), 75–77.
[19] Кігель, В. Р. (2008). Оцінювання економічної ефективності ризикових проектів реального інвестування. *Держава та регіони*, (3), 118–124.
[20] Guo, C., Zhang, X., & Iqbal, S. (2024). Does oil price volatility and financial expenditures of the oil industry influence energy generation intensity? Implications for clean energy acquisition. *Journal of Cleaner Production,* (434), 139907. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.139907
[21] Yuan, H., Zhao, L., & Umair, M. (2023). Crude oil security in a turbulent world: China's geopolitical dilemmas and opportunities. *The Extractive Industries and Society*, (16), 101334. https://doi.org/10.1016/j.exis.2023.101334
[22] Alola, A. A., Özkan, O., & Onyeje Obekpa, H. (2023). Examining the patterns of disaggregate energy security risk and crude oil price: The USA scenario over 1970– 2040. *Resources Policy,* (82), 103514.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[23] Гаврись, М., Нестеренко, Р., & Гаврись, О. (2022). Загрози національній безпеці України у сфері функціонування та розвитку ринку нафтопродуктів сьогодні й у післявоєнний час. *Честь і закон,* (2(81)), 53–62. DOI: https://doi.org/10.33405/2078-7480/2022/2/81/263770
[24] Савченко, М. В., & Біла, І. В. (2023). Розвиток світового ринку нафти та нафтопродуктів в умовах військової агресії Росії проти України. *Економіка і організація управління*,(2(50)), 23–30.
[25] Волошина, С. В., Костикова, Л. Д., & Логвиненко, М. І. (2017). Світовий ринок нафтопродуктів: тенденції розвитку і перспективи для України. *Ефективна економіка*, (12). http://elibrary.donnuet.edu.ua/444/

METHODOLOGICAL PRINCIPLES OF DEVELOPING A TOOLKIT FOR FORECASTING TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF OIL PRODUCTS MARKETS

Donets Dmytro
of the Department of Marketing and Logistics
Lviv Polytechnic National University, Ukraine

Summary. *The purpose of the article is to improve the methodological principles of developing a toolkit for forecasting trends in the development of oil products markets. It was revealed that there are a significant number of factors that determine the development trends of these markets. It was established that the set of these factors forms a certain hierarchy in which lower-level factors influence factors that are at a higher level of this hierarchy. Then, the factors that influence the price level and other parameters of the oil products markets can be matched with indices that will characterize the change in the values of indicators that describe the level of these factors. In turn, these indices will characterize the market development trends of a certain type (types) of oil products. At the same time, in accordance with the established groups of factors, the indicated trends can be divided into main, secondary and primary. Based on the hierarchy of factors that influence the main parameters of the market of a given type (types) of petroleum products, a sequence of forecasting trends in the development of this market is proposed. The use of this sequence of actions in the practice of economic activity will allow making informed management decisions regarding the production and consumption of petroleum products both at the level of individual business entities and at the level of state authorities and local governments.*
Keywords: *petroleum products market, market development trends, demand for petroleum products, supply of petroleum products, price of petroleum products.*

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.002

ПОВЕДІНКОВА ЕКОНОМІКА СЕРЕД ІНТЕРНЕТ-ПРОДАЖІВ У СВІТІ

Мельник Людмила Сергіївна
PhD, канд.екон.наук, доцент кафедри смарт-економіки
Київський національний університет технологій та дизайну, Україна

Анотація. *Ця стаття досліджує ключові концепції поведінкової економіки та їх застосування в контексті інтернет-продажів у світі. Зі зростанням електронної комерції розуміння психологічних чинників, що впливають на рішення споживачів, стає критично важливим для розробки ефективних стратегій продажів. У статті аналізуються такі явища, як ефект прив'язки, обмежена раціональність, соціальні докази, дефіцит і терміновість, а також ірраціональна ескалація зобов'язань, демонструючи, як вони проявляються в онлайн-середовищі та як можуть бути використані продавцями для оптимізації конверсії та підвищення лояльності клієнтів. Дослідження підкреслює важливість етичного застосування цих принципів для забезпечення сталої та довіреної взаємодії зі споживачами.*

Ключові слова. *Поведінкова економіка, інтернет-продажі, електронна комерція, споживча поведінка, психологія рішень, онлайн-маркетинг, ірраціональність, цифрова економіка.*

Постановка проблеми. Сучасний світ став свідком безпрецедентного зростання інтернет-продажів, які трансформують традиційні моделі комерції та поведінку споживачів. За даними глобальних досліджень, електронна комерція продовжує демонструвати стійке зростання, щорічно збільшуючи свою частку в загальному обсязі роздрібної торгівлі. Це створює величезні можливості для бізнесу, але водночас висуває нові виклики для розуміння та прогнозування споживчих рішень. Традиційна економічна теорія, що базується на припущенні про раціонального актора, який завжди приймає рішення, спрямовані на максимізацію власної корисності, виявляється недостатньою для пояснення складних і часто ірраціональних моделей поведінки споживачів у цифровій епосі. В умовах необмеженого вибору, інформаційного перевантаження та стрімко змінюваних тенденцій, рішення про купівлю в інтернеті часто формуються під впливом не лише об'єктивних чинників, таких як ціна, якість, а й цілої низки психологічних упереджень, емоцій та соціальних впливів.

Поведінкова економіка, як дисципліна, що інтегрує психологічні інсайти в економічний аналіз, пропонує потужний інструментарій для розгадки цих закономірностей. Однак, незважаючи на визнання її значущості, системне дослідження та систематизація застосування принципів поведінкової економіки саме в контексті світових інтернет-продажів залишається недостатньо висвітленою областю. Існує нагальна потреба в глибокому аналізі того, як специфіка онлайн-середовища, тобто відсутність фізичного контакту з товаром,

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

візуалізація, швидкість прийняття рішень, роль алгоритмів та даних, посилює або видозмінює прояви відомих когнітивних упереджень, таких як ефект прив'язки, соціальні докази, дефіцит, обмежена раціональність та ефект володіння.

Таким чином, проблема полягає у відсутності комплексного розуміння того, як саме принципи поведінкової економіки впливають на рішення споживачів у динамічному середовищі інтернет-продажів у світі, та як ці впливи можуть бути етично використані для оптимізації стратегій продажів, підвищення конверсії та побудови довгострокових відносин з клієнтами. Розуміння цих механізмів є критично важливим не лише для бізнесу, а й для розробки ефективних регуляторних політик, спрямованих на захист споживачів від потенційно маніпулятивних практик.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Розуміння впливу поведінкової економіки на інтернет-продажі є динамічною та швидкозмінною сферою досліджень, що постійно поповнюється новими емпіричними даними та теоретичними концепціями. Останні роки відзначилися значним зростанням інтересу до цієї проблематики, що відображається у численних наукових публікаціях та практичних звітах. Дослідження питання поведінкової економіки серед інтернет-продажів у світі наразі актуальне, являється дуже важливим питанням. Отже, є об’єктом дослідження у багатьох наукових працях [1, 2, 3] та представників різних видань [4, 5, 7, 8]. Проте, багато питань і проблем теоретичного та практичного характеру у цьому аспекті все ще не вирішено, що і є причиною в проведенні додаткових наукових пошуків і важливості інноваціних підходів. Значна частина останніх публікацій зосереджена на персоналізації та рекомендаційних системах як потужних інструментах, що спираються на принципи поведінкової економіки [6, 8, 9]. Їхні висновки свідчать, що добре налаштовані алгоритми рекомендацій не просто пропонують релевантні товари, а й тонко маніпулюють сприйняттям цінності та вибору. Дослідження також зачіпають проблему довіри до достовірності відгуків та вплив "фейкових" відгуків на споживчу поведінку.

Таким чином, останні дослідження не лише поглиблюють наше розуміння традиційних поведінкових феноменів в онлайн-середовищі, але й відкривають нові напрямки, пов'язані з персоніфікацією, гейміфікацією та, що найважливіше, етичними викликами, які стоять перед світовою електронною комерцією. Ці роботи формують основу для подальших теоретичних розробок та практичних рекомендацій.

Мета роботи. Розкрити ключові концепції поведінкової економіки, такі як ефект прив'язки, обмежена раціональність, соціальні докази, дефіцит, терміновість та інші, пояснивши їхню суть та механізми впливу на прийняття рішень. Продемонструвати, як ці концепції проявляються та використовуються в практиці сучасних інтернет-продажів, наводячи конкретні приклади та кейси застосування в електронній комерції. Визначити психологічні механізми, за допомогою яких онлайн-продавці впливають на споживчу поведінку, стимулюючи покупки та формуючи лояльність. Виявити та обговорити етичні аспекти застосування поведінкової економіки в інтернет-продажах, підкреслюючи потенційні ризики маніпуляцій та необхідність відповідального

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

підходу. Надати рекомендації для бізнесу щодо ефективного та етичного використання інсайтів поведінкової економіки для оптимізації онлайн-стратегій, а також для споживачів щодо підвищення свідомості про психологічні тригери. Таким чином, стаття прагне не лише поглибити наукове розуміння взаємодії психології та економіки в цифровій торгівлі, а й надати цінні практичні інсайти для учасників ринку електронної комерції.

Виклад основного матеріалу. З моменту свого зародження інтернет-продажі пережили експоненційний ріст, перетворившись на домінуючу силу у світовій торгівлі. Ця цифрова трансформація не лише змінила способи здійснення транзакцій, але й суттєво вплинула на динаміку взаємодії між продавцем та покупцем. На відміну від традиційного ринку, де фізична присутність, особистий контакт та тактильні відчуття відіграють значну роль, онлайн-середовище пропонує унікальні можливості та виклики для впливу на споживчу поведінку.

У цьому контексті, поведінкова економіка - це дисципліна, що об'єднує психологію та економіку для пояснення, чому люди іноді приймають ірраціональні рішення - стає незамінним інструментом для розуміння та прогнозування споживчих виборів в інтернеті. Традиційна економіка часто припускає, що споживачі є цілком раціональними акторами, які максимізують свою корисність. Однак реальність показує, що когнітивні упередження, емоції, соціальні норми та евристики суттєво впливають на рішення про купівлю. Ця стаття має на меті систематизувати та проаналізувати, як принципи поведінкової економіки знаходять своє застосування в сучасному ландшафті інтернет-продажів, розкриваючи як потенційні переваги для продавців, так і етичні дилеми, що виникають при маніпуляції споживчою психологією. Поведінкова економіка використовує роботи таких видатних дослідників, як Деніел Канеман, Амос Тверські, Річард Талер та Герберт Саймон. Їхні дослідження виявили численні когнітивні упередження та евристики, що систематично впливають на прийняття рішень. Розглянемо деякі з них, що є особливо актуальними для інтернет-продажів:

Ефект прив'язки полягає в схильності людей надмірно покладатися на першу надану інформацію, тобто закинутий "якір" при прийнятті рішень. В онлайн-магазинах це часто реалізується шляхом демонстрації початкової, вищої ціни товару, яка потім перекреслюється, а поруч вказується поточна, знижена ціна. Цей "якір" створює ілюзію значної вигоди, навіть якщо поточна ціна є стандартною або навіть вищою за середньоринкову. Покупці сприймають знижку як велику цінність, оскільки порівнюють її з вищою початковою ціною, а не з об'єктивною ринковою вартістю.

У 1955 році Герберт Саймон ввів концепцію обмеженої раціональності, стверджуючи, що люди приймають рішення не ідеально раціонально, а в межах своїх когнітивних обмежень, доступної інформації та часу. В інтернеті, де споживачі перевантажені інформацією та виборами, обмежена раціональність проявляється у пошуку "достатньо хорошого" рішення замість "оптимального". Онлайн-продавці використовують це, пропонуючи обмежені, але чіткі варіанти, використовуючи фільтри та рекомендаційні системи, щоб зменшити когнітивне навантаження на покупця.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Принцип соціального доказу, популяризований Робертом Чалдіні з 1984 року, стверджує, що люди схильні наслідувати дії інших, особливо в ситуаціях невизначеності. В інтернет-продажах це проявляється у використанні відгуків клієнтів, рейтингів товарів, кількості замовлень, згадок у соціальних мережах та рекомендацій "що купують інші". Високі рейтинги та позитивні відгуки створюють відчуття довіри та підтверджують правильність вибору, мотивуючи інших покупців до придбання.

Принципи дефіциту і термновості базуються на психологічному явищі, коли обмежена доступність товару або часові рамки для його придбання підвищують його сприйману цінність. "Залишилося лише X одиниць", "Пропозиція діє лише 24 години", "Закінчується через..." - це типові приклади використання дефіциту та терміновості в онлайн-магазинах. Це створює відчуття "страху втраченої вигоди" і спонукає до імпульсивних покупок.

Ефект володіння означає, що люди схильні цінувати те, що їм належить, більше, ніж те, що вони не мають. Хоча в онлайн-середовищі "володіння" є віртуальним до моменту доставки, продавці можуть використовувати цей принцип через можливість "додати до кошика", "списку бажань" або пропонувати "безкоштовний пробний період". Ці дії створюють відчуття приналежності до товару, збільшуючи ймовірність його остаточної купівлі.

Ірраціональна ескалація зобов'язань як феномен описує тенденцію людей продовжувати інвестувати в щось, навіть якщо це не приносить бажаних результатів, через вже зроблені попередні інвестиції таких як час, гроші, зусилля. В онлайн-продажах це може проявлятися, наприклад, у довгому процесі оформлення замовлення, де після витраченого часу на вибір товарів, заповнення форм, покупець з меншою ймовірністю відмовиться від покупки на останньому кроці, навіть якщо його сумніви зросли.

Онлайн-рітейлери та маркетплейси активно впроваджують інсайти поведінкової економіки для оптимізації своїх стратегій. На основі історії переглядів та покупок, алгоритми пропонують персоналізовані товари, використовуючи ефект прив'язки (до схожих аналогіних товарів, які вже сподобалися) та зменшуючи когнітивне навантаження (обмежена раціональність). Постійне експериментування з різними елементами дизайну сайту, розташуванням кнопок, формулюваннями цін, дозволяє виявити, які психологічні тригери працюють найефективніше для конкретної аудиторії. Використання елементів гри, у вигляді балів лояльності, значків, рівнів для стимулювання повторних покупок та залучення, спираючись на психологію винагороди та досягнення.

Повідомлення про закінчення запасів, таймери зворотного відліку для акцій, інформування про кількість людей, які переглядають товар зараз, активно використовуються для створення терміновості. Максимально спрощений та інтуїтивно зрозумілий процес оформлення замовлення зменшує імовірність відмови, враховуючи обмежену раціональність та потенційну ескалацію зобов'язань в оптимізації процесу чекауту. Використання соціальних доказів за допомогою виділення "бестселерів", показ кількості позитивних відгуків безпосередньо біля товару, фотографії покупців у товарі.

Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Застосування поведінкової економіки в інтернет-продажах, незважаючи на свою ефективність, породжує значні етичні питання. Маніпулювання когнітивними упередженнями споживачів може призвести до імпульсивних, необдуманих покупок, фінансових труднощів та підриву довіри. Продавці несуть відповідальність за етичне використання цих інструментів, забезпечуючи прозорість та відмовляючись від хибних або оманливих практик.

Майбутні дослідження в цій галузі повинні зосередитися на розробці етичних фреймворків, при створенні керівних принципів для відповідального застосування поведінкової економіки в електронній комерції. Технології штучного інтелекту та машинного навчання посилюють здатність продавців впливати на споживачів і які нові виклики це створює. Відмінності в культурних контекстах у когнітивних упередженнях проявляючись в різних культурах і їх вплив на ефективність поведінкових втручань. Необхідність адаптації законодавства для захисту споживачів від потенційно маніпулятивних практик, тому роль регуляторних органі важлива і актуальна на сьогодні.

Поведінкова економіка надає глибокі інсайти у складний світ прийняття споживчих рішень, особливо в динамічному середовищі інтернет-продажів. Розуміння та застосування таких принципів, як ефект прив'язки, обмежена раціональність, соціальні докази, дефіцит і терміновість, дозволяє продавцям розробляти більш ефективні та цілеспрямовані маркетингові стратегії. Однак успіх у довгостроковій перспективі залежить не лише від максимізації конверсії, а й від побудови довірених відносин зі споживачами. Етичне застосування цих знань, повага до автономії вибору покупця та постійний діалог між науковцями, бізнесом та регуляторними органами є ключовими для формування сталої та відповідальної цифрової торгівлі у світі.

Список використаних джерел:

[1] Ariely D. Predictably Irrational. The Hidden Forces That Shape Our Decisions. HarperCollins. 2008. URL: https://www.harpercollins.com/products/predictably-irrational-dan-ariely?variant=32274474328098 (дата звернення 16.06.2025)
[2] Cialdini R. B. (2006). Influence. The Psychology of Persuasion (Revised Edition). HarperBusiness. URL: https://www.harpercollins.com/products/influence-the-psychology-of-persuasion-robert-b-cialdini?variant=32267683938338 (дата звернення 16.06.2025)
[3] Kahneman D. (2011). Thinking, Fast and Slow. Farrar, Straus and Giroux. 2011 URL: https://us.macmillan.com/books/9780374533557/thinking fastandslow (дата звернення 16.06.2025)
[4] Simon H. A. A Behavioral Model of Rational Choice. *The Quarterly Journal of Economics, 1955, 69*(1), 99–118. https://www.jstor.org/stable/1884852 (дата звернення 16.06.2025)
[5] Thaler R. H. Misbehaving: The Making of Behavioral Economics. W. W. Norton & Company. 2015 URL: https://wwnorton.com/books/9780393352729 (дата звернення 16.06.2025)
[6] Мельник Т. CEO одного з найбільших маркетплейсів України розповів, наскільки зросла інтернет-торгівля під час війни. URL: https://forbes.ua/news/seo-odnogo-z-naybilshikh-marketpleysivukraini-rozpoviv-naskilki-zrosla-internet-torgivlya-pid-chas-viyni-11012023-11000 (дата звернення 16.06.2025)

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[7] Blockchain applications and architectures for port operations and logistics management / R. W. Ahmad et al. Research in Transportation Business & Management. 2021. P. 100620. Avalable at: URL: https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2021.100620 (дата звернення 16.06.2025)
[8] Бочко О.Ю., Кожушок Н. Дослідження поведінки споживачів в умовах COVID-19 та вплив на них трендів маркетингу – 2021. Класичний приватний університет. 2021. Вип. 2 (25). С. 66–71. https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/1978 (дата звернення 16.06.2025)
[9] Косар Н., Мамчин М., & Баран А. (2022). Дослідження зміни поведінки споживачів у сучасних умовах. *Економіка та суспільство*, (45). https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-45-68 (дата звернення 16.06.2025)

BEHAVIORAL ECONOMICS AMONG INTERNET SALES IN THE WORLD

Liudmyla Melnyk
PhD of Science in Economics
Associate Professor of the Department of Smart Economics
Kyiv National University of Technologies and Design, Ukraine

Summary. *This article explores key concepts of behavioral economics and their application in the context of online sales worldwide. With the growth of e-commerce, understanding the psychological factors that influence consumer decisions is critical to developing effective sales strategies. The article analyzes phenomena such as the attachment effect, bounded rationality, social proof, scarcity and urgency, and irrational escalation of commitment, demonstrating how they manifest themselves in the online environment and how they can be used by sellers to optimize conversion and increase customer loyalty. The study highlights the importance of ethically applying these principles to ensure sustainable and trusted interactions with consumers.*
Keywords. *Behavioral economics, online sales, e-commerce, consumer behavior, decision psychology, online marketing, irrationality, digital economy.*

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.003

ФОРМУВАННЯ ПОВЕДІНКОВОЇ КУЛЬТУРИ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ З УПРАВЛІННЯ ЗАСОБАМИ НАУКОВОЇ КОМУНІКАЦІЇ

Кулик Олена Дмитрівна
Доктор пед. наук, професор,
завідувач кафедри української лінгвістики і методики навчання
Університет Григорія Сковороди в Переяславі, Україна

Перчук Оксана Володимирівна
канд. екон. наук.,
доцент кафедри обліку, оподаткування та бізнес-управління
Університет Григорія Сковороди в Переяславі, Україна

Кардаш Лариса Василівна
канд. філол. наук,
доцент кафедри української лінгвістики і методики навчання
Університет Григорія Сковороди в Переяславі, Україна

Анотація. *У статті розглянуто процес формування поведінкової культури майбутніх фахівців у сфері управління через розвиток їхньої комунікативної компетентності в умовах науково-освітнього середовища. Зазначено, що в сучасних умовах динамічних соціально-економічних змін та цифровізації управлінських процесів особливого значення набувають не лише професійні знання та вміння, а й здатність до ефективної поведінки в міжособистісних, групових та публічних комунікаціях.*

Ключові слова: *комунікативна компетентність, комунікація, наукова комунікація, поведінкова культура, управління та адміністрування.*

Поведінкова культура управлінця розглядається як система внутрішніх регуляторів діяльності, що виявляється у свідомому дотриманні норм професійної етики, здатності до адаптації, саморефлексії, управління емоціями та конструктивної взаємодії в різних соціально-професійних ситуаціях. Одним із ключових механізмів її формування виступає розвиток комунікативної компетентності, що включає в себе не лише навички мовленнєвої взаємодії, а й здатність до критичного мислення, переконливого аргументування та презентації результатів професійної діяльності.

Наукова комунікація, як форма інтелектуального обміну у процесі фахової підготовки, створює продуктивне середовище для інтеграції знань, формування академічної доброчесності, а також розвитку стратегій поведінки, що

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

відповідають сучасним вимогам до управлінських кадрів. Участь здобувачів вищої освіти в наукових гуртках, студентських конференціях, написанні фахових публікацій сприяє формуванню у них вміння аргументовано висловлювати власну позицію, з повагою ставитися до альтернативної думки, будувати конструктивний діалог, що, своєю чергою, є основою поведінкової культури майбутнього управлінця.

Дослідженням комунікативної компетентності фахівців різних спеціальностей займалися Т. Бутенко, І. Данченко, Н. Завіниченко, О. Касаткіна, І. Козубовська, О. Краєвська, С. Макаренко, В. Назаренко, М. Тимофієва, А. Хом'як, В. Черевко та ін.. Професійній комунікативній компетентності присвячені праці С. Александрової, Д. Годлевської, О. Загородної, З. Підручної, Л. Пляки. Комунікативну компетентність із погляду лінгвістики, педагогіки, психології, соціології, теорії комунікації, культурології досліджували і зарубіжні вчені L. Bachman, M. Canale, N. Chomsky, K. Foss, O. Argie, J. Koester, D. O'Hair, A. Palmer, G. Rickheit, H. Widdowson, C. Sabee та ін.

Метою статті є дослідження процесу формування поведінкової культури майбутніх фахівців у сфері управління шляхом розвитку їхньої комунікативної компетентності в контексті наукової комунікації. У межах дослідження ставиться завдання проаналізувати основні методи, підходи та засоби, що сприяють інтеграції науково-комунікативної діяльності в освітній процес, з метою формування етичної, відповідальної та продуктивної професійної поведінки. Особливу увагу приділено визначенню ролі комунікативної компетентності як складника поведінкової культури сучасного управлінця, а також обґрунтуванню рекомендацій щодо вдосконалення освітніх практик, які забезпечать підготовку конкурентоспроможних, адаптивних і соціально відповідальних фахівців.

Поведінкова культура майбутніх фахівців з управління розглядається як інтегральна характеристика особистості, що відображає рівень сформованості внутрішніх настанов, цінностей, норм, мотивів і моделей поведінки, які виявляються у професійній та соціальній взаємодії. Це поняття охоплює не лише зовнішні прояви ввічливості чи етикету, а й усвідомлене регулювання поведінки відповідно до етичних, управлінських, організаційних і соціальних стандартів. Окрім означеного, в наукових джерелах натрапляємо на поняття організаційної культури, управлінської культури та професійної культури. Взаємозв'язок цих понять полягає в їхній інтегративній природі, що відображає багатовимірність становлення особистості фахівця у сфері управління та адміністрування. Кожне з цих понять характеризує певний аспект формування компетентного управлінця, при цьому вони тісно переплітаються й взаємозумовлюють одне одного.

Поведінкова культура розглядається як базовий рівень культури особистості, що проявляється у сукупності стійких норм, ціннісних орієнтацій, установок і моделей поведінки у міжособистісній та професійній взаємодії. Вона відображає рівень саморегуляції, емоційної зрілості, соціальної відповідальності, комунікативної активності та здатності діяти відповідно до етичних стандартів. Поведінкова культура є універсальним підґрунтям для формування інших форм професійної культури.

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Професійна культура охоплює ширший спектр характеристик – це система норм, цінностей, знань, умінь, які регламентують діяльність фахівця в певній галузі. Вона включає як професійно-етичні, так і технологічні компоненти: дотримання професійних стандартів, володіння фаховою термінологією, методами та інструментами діяльності. Поведінкова культура є складником професійної культури, оскільки культура поведінки фахівця визначає стиль його професійної взаємодії, спілкування, прийняття рішень і реакції на нестандартні ситуації.

Управлінська культура, своєю чергою, є конкретизацією професійної культури в контексті управлінської діяльності. Вона передбачає сформованість у суб'єкта управління таких характеристик, як стратегічне мислення, здатність до делегування повноважень, ефективна комунікація з підлеглими й партнерами, прийняття обґрунтованих рішень, дотримання етичних норм управління. Управлінська культура інтегрує в собі елементи як поведінкової, так і професійної культури, оскільки передбачає не лише знання управлінських технологій, а й здатність до їх практичного застосування у відповідний спосіб.

Таким чином, поведінкова культура забезпечує основу для формування професійної культури, а та, своєю чергою, конкретизується у специфіці управлінської діяльності як управлінська культура. Їхній взаємозв'язок є сутнісним у процесі професійної підготовки майбутніх управлінців, оскільки лише цілісне поєднання цих культурних компонентів дає змогу сформувати фахівця, здатного ефективно діяти в умовах сучасного соціально-економічного середовища.

Поведінкова культура управлінця включає:

– емоційну врівноваженість і саморефлексію, що дає змогу приймати зважені управлінські рішення та адекватно реагувати на стресові чи конфліктні ситуації;

– етичну відповідальність, що виявляється у дотриманні принципів справедливості, чесності, поваги до інших;

– мотивацію до конструктивної взаємодії, відкритість до діалогу, вміння слухати й чути співрозмовника;

– адаптивність як здатність гнучко реагувати на зміни у професійному середовищі;

– професійну поведінку, що відповідає управлінській ролі: уміння делегувати повноваження, підтримувати команду, дотримуватися регламентів та процедур.

У дослідженні поведінкова культура тісно пов'язується з комунікативною компетентністю, яка виступає засобом й інструментом її формування. Адже саме через комунікацію (вербальну й невербальну, письмову й усну, формальну й неформальну) реалізується більшість управлінських функцій. У цьому контексті наукова комунікація набуває особливого значення, оскільки сприяє не лише професійному зростанню студентів, але й виховує культуру мовлення, аргументації, поваги до авторства, академічної доброчесності – ключових складників поведінкової культури.

Таким чином, поведінкова культура у цьому дослідженні розглядається не як окремий елемент, а як результат цілісного процесу професійної підготовки, у

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

якому наукова комунікація виступає платформою для формування відповідальних, свідомих і компетентних управлінців.

Поняття компетентності виникло в США, де був розроблений компетентнісний підхід до навчання, і поступово увійшло в науковий обіг в Україні. Слово «competence» англійського походження в перекладі означає як «компетентність», так і «компетенцію». Теоретичне обґрунтування цих термінів пов'язують з іменем американського лінгвіста Ноама Хомського, який у 1960-ті роки XX століття запропонував концепцію «компетенції» і «компетентності» в контексті теорії мови.

Проблемами формування компетентностей у процесі навчання займаються не лише окремі вчені, а й міжнародні організації, серед яких ЮНЕСКО, ПРООН, ЮНІСЕФ, Рада Європи, Міжнародний департамент стандартів, Організація Європейського Співробітництва та розвитку ті ін.. Міжнародний департамент стандартів для навчання, досягнення та освіти (International Board of Standards for Training, Performance and Instruction (IBSTPI) визначає поняття «компетентність» як здатність кваліфіковано здійснювати діяльність, виконувати завдання та роботу. Вказується, що компетентність складається з набору знань, навичок та вмінь, що дають змогу особистості діяти та виконувати функції, спрямовані на досягнення визначених стандартів у професійній галузі або певній діяльності [5].

Термін «комунікативна компетентність» є відомим у педагогічній літературі, однак на сьогодні відсутня єдино визнане потрактування цього поняття. Зазвичай комунікативну компетентність розглядають як здатність налагоджувати та підтримувати необхідні зв'язки з людьми. Вона включає в себе комплекс знань, умінь та навичок, які забезпечують успішну реалізацію комунікативного процесу. Ми, своєю чергою, під комунікативною компетентністю розуміємо таку рису особистості, яка необхідна для успішного проведення комунікативної діяльності, тобто під час обміну інформацією повинна відбутися ефективна взаємодія учасників комунікативного процесу, які в процесі спілкування виступають в ролі суб'єктів і об'єктів одночасно [4]

Комунікативна компетентність є важливим складником загальної професійної підготовки, яка охоплює здатність особи ефективно та адекватно здійснювати взаємодію в різноманітних соціальних та професійних контекстах. Вона включає в себе як вербальні, так і невербальні компоненти комунікації, а також здатність до розуміння і адаптації до різних комунікативних ситуацій. Визначення комунікативної компетентності можна охарактеризувати як сукупність знань, умінь та навичок, що дають змогу особі досягати комунікативної ефективності в процесі взаємодії з іншими людьми.

Основні компоненти комунікативної компетентності представлені на рис. 1.

Для фахівців у галузі управління та адміністрування комунікація є ключовим інструментом не тільки для виконання щоденних обов'язків, але й для прийняття стратегічних рішень, управління організаційними змінами та забезпечення ефективної взаємодії між усіма рівнями організації. В умовах глобалізації та технологічних змін ефективна комунікація дає змогу не лише оптимізувати внутрішні процеси, але й зміцнювати взаємодію з зовнішніми партнерами, акціонерами, клієнтами та іншими зацікавленими сторонами.

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License



Рис. 1. Основні компоненти комунікативної компетентності

Особливо важливим складником поведінкової культури майбутніх управлінців є здатність до чіткої, логічно структурованої та переконливої комунікації, яка забезпечує прозорість управлінських рішень і сприяє їх правильному сприйняттю в професійному середовищі. Високий рівень комунікативної компетентності є визначальним для ефективного ведення переговорів, врегулювання конфліктів, підтримки партнерських відносин, а також для організації командної роботи, що ґрунтується на взаємній повазі, відповідальності та координації зусиль.

У контексті науково-дослідної діяльності, яка є важливим складником професійної підготовки управлінців, комунікативні навички набувають додаткового значення. Здобувачі вищої освіти повинні не лише грамотно і переконливо презентувати результати власних досліджень, а й ефективно взаємодіяти з науковим середовищем: брати участь у наукових дискусіях, співпрацювати в міждисциплінарних командах, делегувати завдання, координувати виконання спільних проєктів.

Комунікативна компетентність, як інструмент наукової взаємодії, відіграє ключову роль у формуванні поведінкової культури, оскільки вона сприяє розвитку таких якостей, як толерантність, повага до альтернативної думки, відкритість до аргументованої критики, здатність до конструктивного діалогу.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Вона забезпечує ефективну передачу знань і результатів наукової діяльності, сприяє інтеграції індивідуальних наукових здобутків у професійну спільноту, а також формує підґрунтя для розвитку лідерських якостей і відповідального ставлення до колективної праці.

Комунікація у науковій діяльності майбутніх фахівців з управління здійснюється на різних рівнях і в різноманітних формах (усній, письмовій, цифровій, міжособистісній та публічній). Вона є не лише інструментом передачі знань, а й важливим засобом формування поведінкової культури здобувачів вищої освіти. Саме через комунікацію відбувається обмін ідеями, формування наукової спільноти, розвиток культури академічного діалогу, що закладає основи толерантної, етично виваженої й соціально відповідальної професійної поведінки.

Уміння ефективно комунікувати сприяє відкритості наукового середовища до критичних обговорень, конструктивної співпраці та міждисциплінарної взаємодії, що підвищує якість освітньо-наукової підготовки управлінців. Крім того, чітке аргументування висновків, логічна презентація результатів досліджень, дотримання принципів академічної доброчесності є ключовими елементами як комунікативної компетентності, так і поведінкової культури майбутніх управлінців.

Саме вміння вести змістовний, обґрунтований науковий діалог, презентувати результати у зрозумілій і переконливій формі та бути відкритим до зворотного зв'язку, виступає важливим критерієм професійної зрілості. У цьому контексті наукова комунікація виступає не лише функціональним компонентом дослідницької діяльності, а й чинником формування управлінської поведінки, яка відповідає сучасним вимогам до публічної, відповідальної та етичної взаємодії в професійному середовищі.

Написання наукових статей є важливим складником професійної підготовки майбутніх фахівців з управління, де реалізується не лише академічна, але й поведінкова культура. У цьому процесі наукова комунікація виступає засобом конструювання фахової ідентичності та соціалізації здобувачів у науково-професійному середовищі. Створення наукових текстів вимагає від студентів здатності до усвідомленого, аргументованого та структурованого вираження думок державною мовою, дотримання норм академічного стилю, логічної послідовності, точності формулювань, а також етичного оформлення джерел та посилань, що є проявом сформованої поведінкової культури дослідника.

Якісно написана наукова стаття має бути доступною для сприйняття, адаптованою до особливостей цільової аудиторії, включно як із вузькоспеціалізованими експертами, так і з представниками міждисциплінарної наукової спільноти. Водночас володіння іноземними мовами дає змогу здобувачам брати участь у глобальному науковому дискурсі: використовувати іншомовні джерела, готувати англомовні анотації та ключові слова, презентувати результати досліджень на міжнародних конференціях і публікуватися в зарубіжних виданнях. Написання наукової статті не лише розвиває комунікативну компетентність, а й сприяє становленню управлінської поведінки, орієнтованої на прозорість, відповідальність, наукову доброчесність

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

і професіоналізм. Усе це забезпечує глибоку інтеграцію майбутніх управлінців у світовий науково-освітній простір та формує їхню готовність до активної участі в управлінській і дослідницькій діяльності.

Такі події, як участь у наукових конференціях, семінарах, симпозіумах та інших академічних заходах створюють середовище для безпосереднього обміну ідеями, апробації результатів досліджень і включення в наукову дискусію, що сприяє розвитку критичного мислення, толерантності до альтернативних поглядів, умінню аргументовано відстоювати свою позицію. Здатність презентувати власні наукові напрацювання, відповідати на запитання, вести професійну полеміку формує культуру публічного висловлювання, академічної відповідальності та відкритості. У цьому контексті наукова комунікація виступає не лише засобом поширення знань, а й інструментом виховання управлінської поведінки, орієнтованої на етичні норми, конструктивну взаємодію, повагу до інтелектуальної праці інших. Участь у подібних заходах сприяє розширенню професійних зв'язків, залученню до спільних проєктів та інтеграції здобувачів у міжнародне науково-освітнє середовище.

Формування комунікативної компетентності у процесі навчання є також важливим чинником розвитку поведінкової культури майбутніх фахівців з управління. Сучасні освітні підходи акцентують увагу на інтерактивних методах, які не лише поглиблюють теоретичну підготовку, а й формують практичні навички ефективного спілкування, відповідального висловлення думки, аргументованого відстоювання позиції та поваги до альтернативних точок зору.

Вибір методів формування комунікативної компетентності повинен бути зорієнтований на розвиток навичок наукової взаємодії та академічної поведінки. Серед найбільш ефективних методів варто виділити групові обговорення, презентації, дебати, практичні вправи та симуляції наукових ситуацій, які є потужними засобами виховання академічної культури.

Інтерактивні методи навчання забезпечують активну залученість здобувачів освіти до процесу наукової комунікації. Групові обговорення сприяють розвитку навичок командної роботи, конструктивного діалогу та прийняття колективних рішень. Вони формують культуру професійної поведінки, що базується на взаємоповазі, відкритості та толерантності.

Презентації допомагають студентам не лише систематизувати власні знання, а й виробляють уміння чітко та логічно доносити наукову інформацію до аудиторії. Це сприяє формуванню впевненості, відповідальності за свої висловлювання та здатності до самоконтролю, що є складовими поведінкової культури майбутнього управлінця.

Дебати як метод навчання розвивають критичне мислення, уміння аргументовано доводити свою точку зору, швидко й коректно реагувати на заперечення. Це формує культуру наукового спору, повагу до опонента та здатність дотримуватись академічної етики.

Практичні вправи та симуляції наукових ситуацій, наприклад, моделювання конференцій, захистів наукових робіт чи круглих столів, дають змогу студентам зануритися в атмосферу професійної взаємодії, апробувати наукову поведінку в умовах, наближених до реальних. Такі заходи формують

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

здатність до аргументованого висловлення, прийняття конструктивної критики, відповідального представлення результатів досліджень, що є ознаками високої поведінкової культури.

Таким чином, інтерактивні методи навчання не лише забезпечують розвиток комунікативної компетентності, а й слугують ефективним засобом формування поведінкової культури майбутніх управлінців. Вони сприяють інтеграції наукової комунікації в процес професійного становлення особистості, яка здатна діяти відповідально, етично та ефективно в академічному та управлінському середовищі.

Одним із основних сучасних підходів до формування комунікативної компетентності є інтеграція курсу з комунікації в програму підготовки студентів у галузі управління та адміністрування. Такий курс має охоплювати широкий спектр тем, включаючи теоретичні засади комунікації, різні види комунікаційних стратегій, а також специфічні навички, необхідні для професійної діяльності в умовах управлінських функцій. Включення таких курсів у навчальну програму дає змогу не лише розвивати теоретичні знання, а й надавати студентам можливість практично застосовувати ці знання у вирішенні реальних управлінських завдань. Зокрема, курс з комунікації допомагає студентам розвивати навички усної та письмової комунікації, вчить вести ділову переписку, проводити презентації, аргументувати свою позицію, а також навчає ефективному управлінню міжособистісними та міжгруповими комунікаціями. Інтеграція такого курсу в програму навчання дає студентам можливість формувати навички, які є критичними для їх майбутньої професійної діяльності, зокрема в умовах науково-дослідної роботи та управлінських процесів.

Аналіз освітніх програм у галузі знань D Бізнес, адміністрування та право свідчить про наявність освітніх компонентів, спрямованих на формування комунікативних навичок у здобувачів вищої освіти. Ці компоненти інтегровані в навчальні плани та відображені в освітніх програмах, забезпечуючи підготовку фахівців, здатних ефективно взаємодіяти в професійному середовищі.

Дисципліна «Комунікації в публічному управлінні» зосереджена на вивченні теоретичних та практичних аспектів комунікаційних процесів у сфері публічного управління, включаючи стратегії взаємодії з громадськістю та засобами масової інформації. Метою дисципліни «Комунікативний менеджмент» є формування у студентів навичок та знань, необхідних для ефективного вирішення комунікативних завдань у сфері менеджменту. Дисциплін «Психологія управління» допомагає студентам зрозуміти психологічні аспекти управлінської діяльності, включаючи розвиток навичок ефективної комунікації та психологічної підтримки в організаціях. Курс «Інформаційно-комунікаційні технології в управлінні» спрямований на оволодіння сучасними інформаційно-комунікаційними технологіями, що використовуються для забезпечення ефективної комунікації в управлінській діяльності. Дисципліна «Іноземна мова (професійного спрямування)» передбачає розвиток навичок спілкування іноземною мовою в професійній сфері, що є важливим для міжнародної співпраці та обміну досвідом.

Включення цих дисциплін до освітніх програм забезпечує комплексний підхід до формування комунікативних компетентностей у майбутніх фахівців з

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

управління та адміністрування, готує їх до ефективної взаємодії в професійному середовищі.

Отже, засоби наукової комунікації є не лише інструментом професійного зростання здобувачів вищої освіти, а й дієвим засобом формування відповідального типу економічної поведінки, що ґрунтується на цінностях демократичного управління, публічності та етичної взаємодії. Комунікативна компетентність є однією з основних складників професійної підготовки майбутніх фахівців у галузі управління та адміністрування. Вона включає в себе не лише володіння мовними та соціальними навичками, але й здатність ефективно взаємодіяти в різних комунікаційних середовищах, що є необхідним для вирішення управлінських завдань, наукової діяльності та міжособистісної взаємодії. Інтеграція курсу з комунікації в навчальні програми є важливим кроком у розвитку комунікативної компетентності студентів. Підготовка майбутніх фахівців з управління та адміністрування повинна включати теоретичні та практичні аспекти комунікації, сприяючи формуванню необхідних навичок для ефективного управління, ведення наукових досліджень і професійних переговорів. Практичні заняття та науково-дослідна робота є важливими методами розвитку комунікативних навичок. Вони дають змогу студентам застосовувати отримані знання у реальних ситуаціях, брати участь у наукових дискусіях, презентувати результати досліджень та працювати над власними проектами, що сприяє розвитку критичного мислення, навичок аргументації та публічної презентації. Комунікація в науковій діяльності є ключовим чинником успіху в академічному середовищі та професійній сфері. Здатність ефективно передавати наукові ідеї, аргументувати свої дослідження та організовувати наукові обговорення є важливими компетенціями, що забезпечують високу якість наукових робіт і сприяють розвитку професійних зав'язків. Загалом, формування комунікативної компетентності майбутніх фахівців є складним, багатоступеневим процесом, що потребує інтеграції теоретичних знань та практичних навичок. Розвиток таких навичок є необхідною умовою для успішної кар'єри в галузі управління, адміністрування та наукової діяльності, а також для ефективної взаємодії в сучасному глобалізованому світі.

Список використаних джерел:

[1] Гончаренко-Закревська Н. (2017) Формування комунікативної компетентності студентської молоді в освітньому середовищі університеті. *Молодь і ринок*. №7. С. 98-102.

[2] Ковальчук Л.О. Комунікативна компетентність у процесі вивчення іноземної мови студентами-економістами. URL: http://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/10093/1/%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D1%83%D0%BD%D1%96%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%B0%20%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%82%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C.pdf

[3] Крупський О.П., Намлієв Є.В. Професійна культура майбутнього менеджера: психолого-педагогічні аспекти й чинники формування (2019). URL: https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/50419/1/Krupskyi_Profesiina_kultura.pdf

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[4] Кулик О. Д. (2018). Комунікативна компетентність: підходи до визначення та роль у формуванні мовно-мовленнєвої особистості. Topical issues of education: Collective monograph. Pegasus Publishing, Lisbon, Portugal, P.148–162.
[5] Стеценко Н.М. (2016). Комунікативна компетентність як складова професійної підготовки сучасного фахівця. Педагогічний альманах: зб. наук. праць / редкол. В.В.Кузьменко та ін. Херсон : КВНЗ «Херсонська академія неперервної освіти», Випуск 29. С. 185 – 191.
[6] Чеботарьова І.О. (2014). Комунікативна компетентність: теоретичний аспект. *Наукові записки кафедри педагога.* Випуск XXXVI. С. 205-215. URL: https://periodicals.karazin.ua/pedagogy/article/download/1917/1612/

FORMING THE BEHAVIOURAL CULTURE OF FUTURE SPECIALISTS IN THE MANAGEMENT OF SCIENTIFIC COMMUNICATION RESOURCES

Kulyk O. D.
Doctor of Pedagogical Sciences, Professor,
Head of the Department of Ukrainian Linguistics and Teaching Methods
Hryhorii Skovoroda University in Pereiaslav, Ukraine
Perchuk O. V.
PhD in Economics,
Associate Professor of the Department of Accounting, Taxation and business management
Hryhorii Skovoroda University in Pereiaslav, Ukraine
Kardash L.V.
PhD in Philologic al Sciences,
Associate Professor of the Department of Ukrainian Linguistics and Teaching Methods
Hryhorii Skovoroda University in Pereiaslav, Ukraine

Summary. *The article discusses the process of forming the behavioural culture of future specialists in the field of management through the development of their communicative competence in a scientific and educational environment. It is noted that in the current conditions of dynamic socio-economic changes and digitalisation of management processes, not only professional knowledge and skills are of particular importance, but also the ability to behave effectively in interpersonal, group and public communications.*
Keywords: *communicative competence, communication, scientific communication, behavioural culture, management and administration.*

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.004

ECONOMIC EFFECTS OF MULTIMODAL MIDDLE CORRIDOR AND STRATEGIC ECOLOGICAL SECURITY CHALLENGES IN GEORGIA

Teimuraz Adeishvili
academician
Emeritus professor, president
Academy of Ecological Sciences of Georgia, Georgia

David Tchiotashvili
Doctor of Economics, Professor
Gori State University, Georgia
Corresponding Member
Academy of Ecological Sciences of Georgia, Georgia

Nana Berdzenishvili
Doctor of Geography, Associate Professor
Iakob Gogebashvili Telavi State University, Georgia
Academician
Principal Secretary
Academy of Ecological Sciences of Georgia, Georgia

Summary. *Multimodal transport in the middle corridor that connects Asia and Europe, has significant potential to become one of the main transportation highways connecting Europe and Asia, which has the prospect of an alternative way to diversify trade streams and increase economic sustainability for both Central Asia and Central Asia and Europe.*

In turn, the multimodal middle corridor is a historical opportunity for Georgia, as the development of the middle corridor has enormous economic and financial potential for Georgia. According to studies, the volume of transportation of the corridor by 2030 will increase three times, which in addition to economic and financial advantages, it offers great challenges with environmental and environmental risks that can be ignored by the country's strategic development. In order for the project to be successful and long -term, it is necessary to pay primary attention to environmental safety, minimize the negative impact on the environment, and ensure sustainable development of the region. This includes not only economic benefits, but also the preservation of natural resources and biodiversity.

The work includes the role of Georgia in the context of the development of the Multimodal Middle Corridor and its purpose is to analyze such potential environmental and environmental risks and challenges, such as reducing biodiversity, and the risk of biodiversity, and water changes in the middle of the corridor, along with the positive economic and financial effects of the Middle Corridor. Risks. Also evaluate existing and potential environmental and environmental risks that will follow the process of intensive development of the middle corridor.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Keywords: *Multimodal Middle Corridor; Strategic ecological security; Environmental risks; Economic security; Economic and financial potential.*

Introduction

World geopolitical waxes, new international trade priorities, and efforts to strengthen regional connections are determined by new opportunities and challenges that await such strategically important countries like Georgia. In this context, the middle corridor, which connects China, Central Asia, the Caspian Sea, the Caucasus and Europe, is increasingly perceived as an alternative and growing global trade route.

Georgia has a unique geostrategic position that can lead to serious economic, financial and political benefits to the country. The country is in the most important transit zone between Europe and Asia, which allows for the activation of transport, energy and trade flows. Infrastructure projects in Georgia, including the development of railway, seaports and dry ports, digitalization of custom systems, and the construction of logistics hubs, create a solid foundation for the effective functioning of the middle corridor.

The economic and financial potential of the multimodal middle corridor in Georgia implies the country's political and economic growth prospects, attracting investment, trade and opportunities for local market development. However, the development of the middle corridor should not only be focused on economic and financial benefits. Large -scale sale of infrastructure projects, increased shipping volume and intensive operation of transport routes significantly increases the likelihood of environmental and environmental risks such as biodiversity reduction, decomposition of ecosystems, risk of climate change, and water and water pollution, and in the middle Strict adherence to evaluation and management mechanisms to imagine Georgia as a responsible transit country that simultaneously assimilates geostrategic and economic capabilities and adheres to environmental standards.

Methodology

The scientific work discusses the economic and financial effects of the multimodal middle corridor and the ensuring strategic ecological security in Georgia, its compliance with the critically important interests of the state and society. The scientific work is based on an interdisciplinary approach and combines economic, financial and ecological analysis. Information of the relevant Georgian government agencies, the statistics and results received from various governmental and NGOs are used. Conclusion and recommendations are based on the analysis of the obtained data on the current situation and international experience.

Review and discussion

Successful development of a multimodal middle corridor that develops by individual initiatives, in order to develop transport links between countries between Asia and European countries, can become a factor of not only local but regional and global importance if it is based on the synthesis of economic efficiency, social responsibility and ecological sustainability.

The development of the middle corridor for Georgia has enormous economic and financial potential on the one hand. According to studies, by 2030 the volume of transport along the middle corridor will increase three times. This growth will be

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

mainly due to the increase in regional trade, and transcontinental trade will be a relatively small share in total. This growth is also driven by the development of e -commerce and the increase in consumption in the region. Its trading model provides a total increase in trade between Asia and the EU by about 30%by 2030, which is a significant increase in the current level. Joint trade from Georgia, Azerbaijan and Kazakhstan will increase by 37%. Only the total volume of transportation in Georgia will increase by 52%and is about 0.9 million tones. This prognosis is based on research and analysis of current trends. However, the process of development of the middle corridor, in the wake of the activation of Georgia's geostrategic function, is accompanied by a significant increase in environmental and environmental risks, which requires an integrated approach to infrastructure development and environmental processes.

The multimodal middle corridor, as a combination of roads, ports and railways, is a Central Asia and China through Caspian with Europe, which passes through Georgia, Azerbaijan and Turkey and offers an alternative to traditional northern routes, given today's geopolitical realities. Georgia plays a crucial role in the functioning of the middle corridor as a strategic transport knot that connects the Black Sea to the Caspian Sea and Central Asia with Europe. Its geographical location allows to some extent reduce the time and cost of cargo supply compared to traditional northern routes, taking into account geopolitical realities.

The middle corridor in Georgia runs through the diverse landscape of the country and its Georgian section covers the main ports of the Black Sea, providing access to maritime transport. It is this geographical location that makes Georgia a unique hub that ensures the flexibility and reliability of transit transport. Georgia's strategic importance is reinforced by joining the Black Sea Economic Cooperation Organization (BSEC), which promotes the integration of the country into the regional economy and strengthens its position as an important transport partner. Also an important component is the issue of financial sustainability on how projects are funded, the role of public and private sector investments, the risks of various investment models, the financial aspects of project sustainability, and the role of international financial institutions and their involvement. Despite the above, the development of the middle corridor cannot be considered solely in the context of economic or financial benefits. Its long -term success depends on environmental stability. Georgia has the opportunity to create an environmentally responsible transit model that combines economic growth, international cooperation and the principles of protection of natural resources.

The rapid development of the multimodal middle corridor and intense operation of Georgia's transit infrastructure, along with economic benefits, faces important environmental challenges in the country. Large -scale implementation of infrastructure projects, intensification of freight movement, and expansion of industrial zones create significant environmental challenges and threats that, if not timely and managed, may become a serious environmental problem. These challenges and dangers are varied and include both air and water pollution, soil degradation, biodiversity reduction, and aggravated impact of climate change.

Air pollution remains a significant challenge. Rapid growth of the transport sector, especially the movement of heavy freight and vehicles, significantly increases

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

carbon dioxide (CO_2), nitrogen (no_x) and dusty particles (PM2.5, PM10). This affects the population, especially people living near transport centers and transport corridors. In addition, the environmental threats associated with water are noticeable. Transport infrastructure -related facilities, including ports, terminals and fuel warehouses, increase the risk of water pollution with petroleum products and chemicals. There is already an increase in the concentration of nitrogen and phosphate in the Georgian rivers, indicating an increasing tendency for organic water pollution. It is also noteworthy that problems with unorganized industrial runoffs that cause significant damage to water ecosystems.

Soil degradation and erosive processes also require special attention. Large - scale construction such as international category roads, railway lines and logistics hubs is often held in mountainous, landslide and environmentally friendly areas where land cover is vulnerable. Disruption of the soil structure and deviation of water flow results in the destabilization of local ecosystems.

An important environmental threat is the reduction of biodiversity. Construction of transport and energy infrastructure is often associated with forest cutting, destroying rare species of habitats, and changing migration routes. This is especially dangerous for ecologically sensitive zones, which are a rare and endemic species living environment and whose protection is critical of the country's biological diversity. Chart N1 presents the risks arising from the development of the middle corridor and their impact on ecology:

chart N1

The risks arising from the development of a multimodal middle corridor and their impact on ecology:

Impacts of the Middle Corridor	Environmental Impact
Increase in transport traffic	Air pollution caused by vehicle emissions; CO_2 emissions; Increase in particulate matter (PM2.5, PM10).
Infrastructure development	Deforestation, destruction of natural habitats, reduction in biodiversity.
Noise and vibration	Distress and migration disruption of wild animals.
Water resource pollution	Spillage of petroleum products and chemicals into rivers or groundwater.
Soil erosion	Resulting soil erosion from the construction of roads, railways, and other infrastructure.

In response to these risks, systemic and preventive approaches are required. First of all, it is necessary to strengthen the environmental impact assessment and strategic environmental evaluation mechanisms and their mandatory use on all infrastructure projects. It is important to develop ecological monitoring systems, especially in the direction of air, soil and water quality to respond timely to environmental contamination.

In terms of protection of biodiversity, environmental corridors need to be created and a network of protected areas. In environmentally sensitive zones, it is recommended to avoid routes or use alternative design to minimize harm. It is also important that the implementation of environmental policy is coordinated with

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

economic and financial agencies, taking into account the maximum of the overall sustainable development strategy.

Environmental impact decisions should be of great importance for broad public inclusive involvement and transparency for sustainable project policies. The implementation of circular and inclusive green and energy efficient technologies is an integral part of the project implementation in strict adherence to the laws and regulations relevant to the environment. Investing in renewable energy sources, such as sun and wind energy, will help reduce fossil fuel addiction and play an important role in taking into account the principles of energy efficiency. Such integrated, sustainable, inclusive, circular and environmentally friendly approaches, as well as economic and financial cooperation with international partners and adherence to environmental norms, ensure not only economic development but also long -term environmental sustainability, which is the key to project success for Georgia and demonstrating the country's devotion to sustainable development.

Integrated approaches to effective management of the ecological challenges of the middle corridor will balance the economic goals and the natural environment. Only in this way can Georgia be provided as a transit hub, sustainable and long -term development, which requires a number of measures:

- Environmental Impact Assessment (EIA).
- Strengthening the strategic environmental assessment (SEA) system on large projects;
- tightening of environmental legislation and effective enforcement;
- Ecological audit obligation for logistics hubs;
- Encouraging green circular and inclusive investments;
- Creating ecological corridors, developing energy efficient infrastructure through buffer zones and bio -engineering;
- Strengthening air monitoring systems in all important transport nodes;
- Strengthening water monitoring systems in all important transport nodes;
- Expansion of a network of protected areas.

The development of the middle corridor cannot be discussed solely in the context of economic or financial benefits. Its long -term success depends on environmental stability. Georgia has the opportunity to create an environmentally responsible transit country model that combines economic growth, international cooperation and the principles of natural resources protection.

Conclusion

The multimodal middle corridor, which is an alternative transport route between Europe and Asia, is becoming increasingly relevant in the wake of global logistics shift and political instability of the regions. Georgia's unique geographical location makes it a significant transit center and in the event of efficient use of the middle corridor, Georgia can become one of the major transit platforms, which will significantly improve the country's main economic and financial characteristics, including foreign trade volumes, investments and national budget revenue.

The multimodal middle corridor is a historical opportunity for Georgia, which in accordance with proper governance and sustainable development principles can be transformed into a joint strategic achievement of national security, economic growth and ecological balance. Its development in Georgia, on the one hand, has enormous economic and financial potential that promotes GDP growth, creating

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

new jobs and attracting foreign investments, and on the other hand, in order for the project to be successful and long-term, it is necessary to pay attention to environmental security, minimize environmental impacts, and ensure sustainable development of the region. This includes not only economic benefits, but also the preservation of natural resources, ecosystems and biodiversity.

It is important to note that modernization and enlargement of the middle corridor infrastructure continues, which aims to further enhance its role in the global transport system and improve Georgia's logistical capabilities. Effective and sustainable integration of the multimodal middle corridor into the Georgian economy should be implemented by strict adherence to environmental regulations, development of public and private sector -based models, deepening regional cooperation and compliance with EU standards. Its successful development for the country can become a factor of not only local but also regional and global importance if it is based on the synthesis of economic efficiency, social responsibility and environmental sustainability.

References:

[1] Ministry of Environmental Protection and Agriculture of Georgia. Available at: www.mepa.gov.ge
[2] Ministry of Environmental Protection and Agriculture of Georgia. Annual Report on the State of the Environment. Available at: www.mepa.gov.ge
[3] National Statistics Office of Georgia (GeoStat). (2021–2024). National Accounts Data of Georgia. Available at: www.geostat.ge
[4] World Bank. (2024). Key Findings on the Middle Corridor Presented in Tbilisi. Accessed July 2025 from: eureporter.co
[5] The Middle Corridor – Georgia's Opportunity. Available at: georgiatoday.ge
[6] Report.az. Global DTC to Start Monitoring CO_2 Emissions on the Middle Corridor. Accessed July 2025 from: report.az
[7] Leadership Shipping. (2024). Logistical and Environmental Assessment of the Middle Corridor. Available at: lidershipping.com
[8] German Economic Team. (2024). Challenges and Opportunities of the Middle Corridor. Available at: german-economic-team.com
[9] United Nations Economic Commission for Europe (UNECE). Environmental Performance Reviews: Georgia. Available at: www.unece.org
[10] World Bank. Georgia: Country Economic Memorandum – Connectivity and Resilience. Available at: www.worldbank.org
[11] TRACECA (Transport Corridor Europe-Caucasus-Asia). Annual Report on Corridor Performance. Available at: www.traceca-org.org

ЕКОНОМІЧНІ НАСЛІДКИ МУЛЬТИМОДАЛЬНОГО СЕРЕДНЬОГО КОРИДОРУ ТА СТРАТЕГІЧНІ ВИКЛИКИ ЕКОЛОГІЧНІЙ БЕЗПЕЦІ В ГРУЗІЇ

Теймураз Адеішвілі
Академік
Почесний професор, президент
Академія екологічних наук Грузії, Грузія

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Давид Чіоташвілі
Доктор економічних наук, професор
Горійський державний університет, Грузія
Член-кореспондент
Академія екологічних наук Грузії, Грузія
Нана Бердзенішвілі
Доктор географії, доцент
Телавський державний університет імені Якоба Гогебашвілі, Грузія
академік Головний секретар
Академія екологічних наук Грузії, Грузія

Анотація. *Мультимодальні перевезення в середньому коридорі, що з'єднує Азію та Європу, мають значний потенціал стати однією з основних транспортних магістралей, що з'єднують Європу та Азію, що має перспективу альтернативного способу диверсифікації торговельних потоків та підвищення економічної стійкості як для Центральної Азії, так і для Центральної Азії та Європи. У свою чергу, мультимодальний середній коридор є історичною можливістю для Грузії, оскільки розвиток середнього коридору має величезний економічний та фінансовий потенціал для Грузії. Згідно з дослідженнями, обсяг перевезень коридором до 2030 року зросте втричі, що, окрім економічних та фінансових переваг, створює великі виклики з екологічними та природоохоронними ризиками, які можуть бути ігноровані стратегічним розвитком країни. Для того, щоб проект був успішним та довгостроковим, необхідно приділяти першочергову увагу екологічній безпеці, мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище та забезпечити сталий розвиток регіону. Це включає не лише економічні вигоди, але й збереження природних ресурсів та біорізноманіття. Робота включає роль Грузії в контексті розвитку Мультимодального Середнього коридору, і її метою є аналіз таких потенційних екологічних ризиків та викликів, як зменшення біорізноманіття, ризик для біорізноманіття та зміни водних ресурсів у середній частині коридору, а також позитивні економічні та фінансові наслідки розвитку Середнього коридору. Ризики. Також оцінюються існуючі та потенційні екологічні та природоохоронні ризики, які виникнуть у процесі інтенсивного розвитку Середнього коридору.*

Ключові слова: *Мультимодальний Середній коридор; Стратегічна екологічна безпека; Екологічні ризики; Економічна безпека; Економічний та фінансовий потенціал.*

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.005

MODERN TRENDS AND CHALLENGES OF TOURISM DEVELOPMENT IN GEORGIA

Maia Azmaiparashvili
Doctor of Ecology, Associate Professor
Gori State University; Gori, Georgia

Summary. *Tourism has a great impact on the development of the country's economy. It is an important driver of economic growth and development, as GDP growth and investment in infrastructure development depend on it. For Georgia, as a developing country, the development of tourism is of vital importance. It provides employment opportunities for a wide range of people, including those living in rural areas who have limited other job prospects. The article discusses the level of tourism development in Georgia in recent years and its prospects. The paper identifies the main obstacles and challenges for the sustainable development of the tourism sector. We discussed the increase in international visitors, mainly from Asian markets, due to their increased interest in Georgia. New market opportunities for the tourism sector create a more sustainable industry through diversification. In the overall picture of inbound tourism, the share of visitors from the Middle East is very small, but in this case the dynamics are very important.*
Keywords: *Sustainable Tourism, Statistics, Development strategy.*

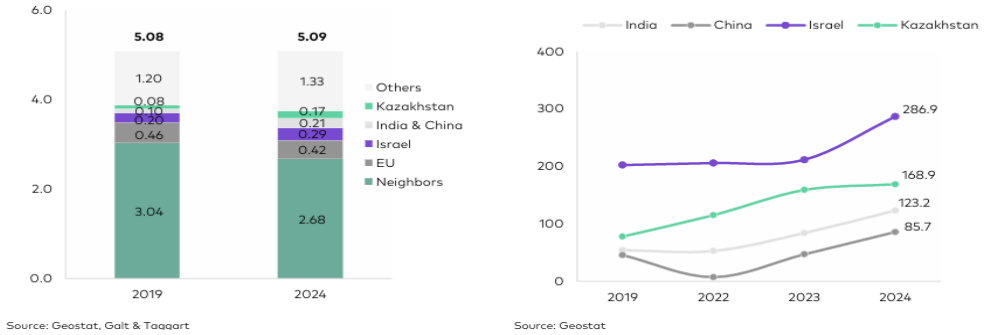
Introduction. Tourism is a significant economic sector in Georgia, accounting for 7.2% of the country's gross domestic product (GDP) in 2022 and contributing more than 25%, on average, to the overall economy, both directly and indirectly. Georgia's tourism sector experienced significant growth between 2015 and 2024, but it is still far from realizing its full potential. While several major infrastructure projects have been implemented in recent years, the government, through its "Vision 2030: Georgia's Development Strategy," [1] recognizes the many gaps and significant investments and efforts needed to position Georgia as a leader in the competitive tourism market.

Tourism is a key driver of Georgia's economic growth and diversification, with international visitor receipts reaching $4.1 billion in 2023, making it one of the leading industries. In 2024, Georgia earned $4.4 billion from tourism, a 7.3% increase over the previous year. However, it should be noted that the sector is still far from reaching its full potential. In 2024, Georgia welcomed 6.5 million visitors, including both day trips and overnight stays. Of these, 5.1 million tourists visited Georgia in 2024, returning to pre-pandemic 2019 levels for the first time. Despite the impressive growth in arrivals, Georgia is still heavily dependent on visitors from neighboring countries. The growth in international visitors in 2024 was driven primarily by increased interest from Asian markets, including Israel, China, India, Iran, Saudi Arabia, and Central Asian countries (Diagram 1). Historically, Russia has been the largest source of tourism revenue, but in 2024, revenue from Russian visitors decreased by 2.0% year-on-year to $850 million. [2].

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Diagram 1

Fastest growing tourist markets



Source: Tourism Market Watch 4Q24/full 2024 review and 2025 outlook.

New air routes have contributed to the increase in the number of visitors from the Middle and Far East (Saudi Arabia, the United Arab Emirates, etc.). In contrast, the share of visits from other countries has increased by 10%, and emerging markets with higher spending capacity (the United Arab Emirates, Kuwait, etc.) still represent a small percentage of international tourist arrivals. Although the number of arrivals from these countries is still low, they have a significant economic impact, as their spending levels are higher and their duration of stay is longer. Adapting the tourism offer to the needs of this market could contribute to the increase in arrivals.

The paper discusses new market opportunities for Georgia's tourism sector. The aim of the paper is to identify the main obstacles and challenges affecting the development of the tourism sector in Georgia at the current stage. To present opinions and recommendations for strengthening future economic development, taking into account sustainable, inclusive and sustainable tourism approaches.

Research methodology. The following methodology was used in the study: desk review and analysis of the sector, review of existing national, regional and local development plans, strategies. We also reviewed the World Bank's report on regional development projects and existing and past analytical work developed by other partners in the tourism sector. Primary and secondary data and the latest statistics were processed.

Literature review. Many works have been developed on the development of the tourism business. We reviewed the statistical publication, which is an annual publication of the National Statistics Service of Georgia, which reflects the socio-economic processes and trends in Georgia. Giorgi Bregadze's scientific work "Strengthening Tourism in the South Caucasus" is interesting. The analysis concludes that by balancing competition and strategic cooperation, the countries of the South Caucasus can strengthen regional tourism, attract high-value visitor segments, strengthen their global market position, and establish lasting peace in the region [3]. This article discusses the concept of "competition" as a strategic approach to strengthening the development of tourism in the South Caucasus region, which includes Armenia, Azerbaijan and Georgia. We also reviewed the analytical documents of TBC Capital analysts for 2024-2025, which provide an overview of the Georgian tourism sector.

Discussion/Results. In recent years, Georgia has become an increasingly popular tourist destination, attracting visitors from all over the world with its diverse landscapes, including the stunning Caucasus Mountains. Today, Georgia, with a

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

population of 3.7 million, receives up to 5 million international visitors per year, and the country is seeing a surge in international tourism.

The improvement of trade relations and the establishment of new air routes with Asian countries have indeed significantly increased the number of tourists arriving in Georgia from the Far East and the Middle East, especially from the Arab states of the Persian Gulf, in particular from Saudi Arabia. The introduction of new air connections, such as flights operated by Thai AirAsia X, Varesh Airlines and other companies, has provided alternative direct access to Saudi Arabia, the United Arab Emirates, Thailand and other Asian countries. An important factor in the growth of tourist flows from Arab countries has been the increase in the number of direct flights to Georgia from various airports in the region: Dubai, Doha, Sharjah, Abu Dhabi, Riyadh, Jeddah, Dammam. This has allowed Georgia to become an easily accessible, convenient and close destination. Although the number of tourists from these regions is relatively low, there is potential to attract more visitors from these areas [4].

New market opportunities for the tourism sector create a more sustainable industry through diversification. In addition, tourists from these countries tend to spend more and stay longer than visitors from other regions, such as visitors from Kuwait, who spent 812 GEL (approximately 325 USD) on hotels in 2019 and, according to TBC Capital, are still the top spenders in hotels. In addition to the tourist flow from the Gulf countries, there have also been investment flows (mainly from the United Arab Emirates), which have been mainly directed to the Georgian hotel sector, which has contributed to the development of the sector [5]. In the overall picture of inbound tourism, the share of visitors from the Middle East is very small, but in this case the dynamics are significant. At the end of 2022, Georgia received 208,341 tourists from the Middle East, which is 15 times more than a decade earlier. Georgia is popular with tourists from the Middle East not only because of its breathtaking scenery, affordable hotels and relative proximity, but also because of the increasing availability of halal food and Arabic-speaking guides.

Georgia has become a country of interest, creating a strong tourism business, and the latest available tourism data statistics are noteworthy:

In 2024, international visitor trips to Georgia totaled 6.4 million, marking a 4.6% annual increase. Neighboring countries and Israel ranked among the top five countries of visitor origin. The highest growth rates among top origin countries were recorded from China (+83%), India (+47%), Israel (+43%), Uzbekistan (+23%), and Saudi Arabia (+21%). In the first quarter of 2025, international visitor trips reached 1.2 million, up 1.3% year-over-year. Israel (+73%), China (+40%), and India (+28%) continued to show strong growth in visitor numbers [6]. (Figure 1,2).

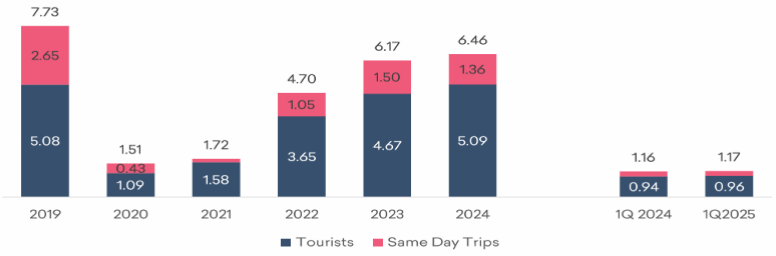


Fig. 1 International visitors by type, mln visits

Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

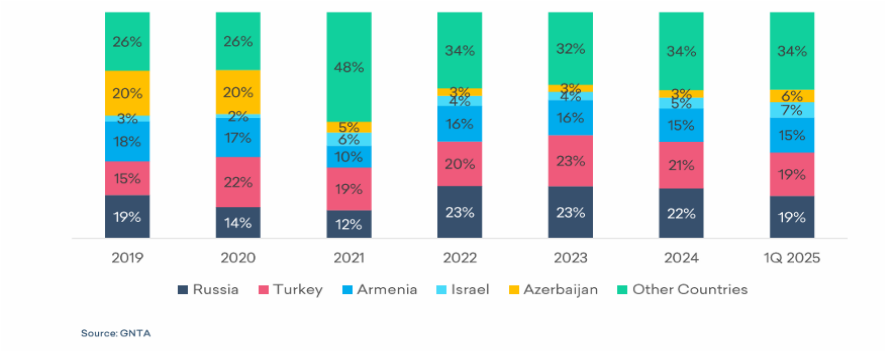


Fig. 2 Top source countries for international visitors
Source: Georgian National Tourism Administration. GNTA

Georgia generated USD 4.4 billion in revenue from foreign travel in 2024, reflecting 7.3% annual growth. The top contributors were Russia (19% of total revenue), Turkey (14%), the European Union and the United Kingdom combined (13%), and Israel (10%), together accounting for more than half of total travel revenue. In Q1 2025, Georgia earned USD 826 million from foreign travel. The top three source countries were Russia (17% of total), Israel (14%), and Turkey (13%). (Figure 3, 4).

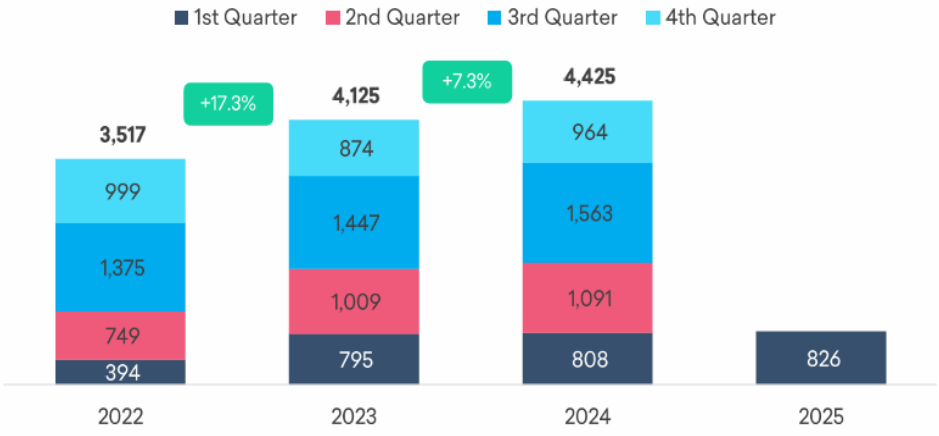


Fig. 3 Revenue from international visitor trips, mln USD
Source: Georgian National Tourism Administration. GNTA

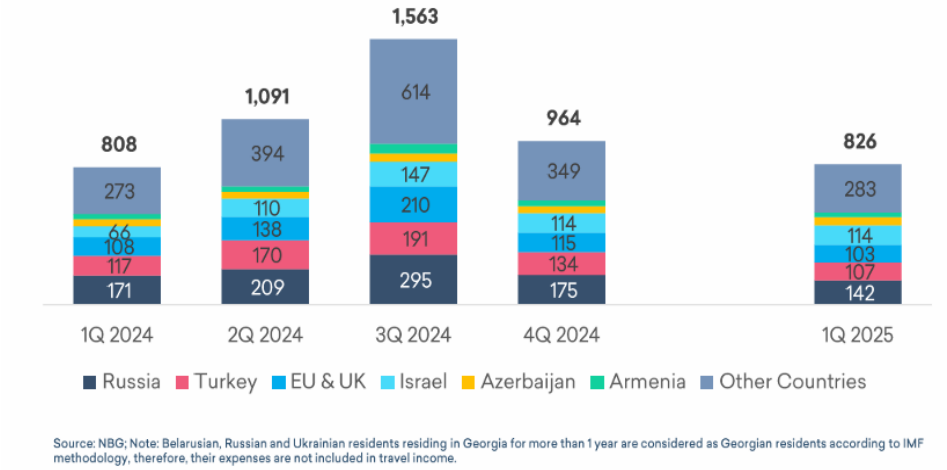


Fig. 4 Revenue breakdown by countries, mln USD

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

In terms of visitor spending in Q1 2025, shopping accounted for 26% of total expenditures, while accommodation and food & beverages each represented 24%. These three categories made up 74% of total spending. In the first quarter of 2025, hotels were the most common accommodation type among international visitors, accounting for 37% of all nights spent. Rented private rooms or houses followed with 25%, while 24% of nights were spent staying with friends or relatives. The remaining 11% of nights were spent at vacation homes

In 2024, the average occupancy rate in high-budget hotels was 56%, a slight decline of 1 percentage point from 2023. In Q1 2025, occupancy averaged 45%, down 2 percentage points compared to the same period in 2024. The average daily rate (ADR) increased by 3% in 2024, reaching USD 130. However, data for the first three months of 2025 show a decline, with ADR falling to USD 118, a 4% decrease compared to the same period of the previous year [7].

According to the TTDI report, Georgia ranks 44th out of 117 economies. The index analyzes 17 pillars based on 112 indicators, each representing an important enabler of T&T development [8]. The subindex in which Georgia performs lower than competitors is in terms of infrastructure. In Georgia, the underdeveloped transport network and poor conditions of the roads are affecting the tourist flow to some regions/destinations outside Tbilisi, Kutaisi, and Batumi. Equally, the availability of basic and tourism-related infrastructure affects the further development of the destinations, affecting not only their attractiveness and competitiveness but also their perceived quality. For instance, important and popular destinations lack basic infrastructure such as roads, water and sanitation networks as well as tourism infrastructure like public toilets, adequate accommodation, signposting, among others.

Georgia's rapid economic growth, robust recovery from the pandemic, and diverse tourism offerings make it an exceptional destination for investment. The country's strategic initiatives and welcoming business climate provide a strong foundation for sustained development in the tourism sector, offering substantial opportunities for investors. As Georgia continues to advance, it cements its status as a leading destination for both global travelers and forward-thinking investors [9].

In order to increase tourism revenues and attract high-budget visitors, the following recommendations are made:

- Development of tourism-related infrastructure as a basis for tourism development and accessibility, ensuring the functioning and accessibility of key facilities and services, and improving connectivity between destinations.
- Improving cooperation and management mechanisms among stakeholders, with a view to developing a clear mechanism for cooperation between relevant government agencies, development partners, local communities and the existing and potential private sector, and introducing a participatory planning and management approach for more effective and sustainable management of destinations.
- Improving the quality and diversity of tourism products, making them more sustainable and competitive. Developing clear marketing and promotion strategies for priority segments, by improving online presence.

Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

- To ensure sustainability, priority should be given to the development of eco, agro/gastro, rural and experience-based tourism products. The harmonious connection and proper formation of natural and cultural resources is what contributes to the uniqueness of the offer of Georgia's development strategy, as it involves the local village, community, and uses intangible traditions and skills.

In summary, Georgia offers a natural diversity, from green valleys and coastal strip to the deserts of the Greater and Lesser Caucasus and high mountains, a variety of religious and historical sights and rich gastronomy, although a high percentage of visitors (especially international) are concentrated in only a few regions. Limited connectivity (road access) and other relevant infrastructure, as well as the availability of high-quality experiences and services, hinder the development of other destinations. Key weaknesses need to be addressed. The country has seen a significant increase in tourist arrivals in recent years, driven by its unique mix of attractions and growing reputation as a must-see destination. However, with this growth comes a number of challenges that threaten the fundamental principles of sustainable, inclusive and sustainable tourism development. From infrastructure constraints to environmental issues, from heritage preservation to the challenges of tourism product development, from ensuring sustainable operations and management to developing sustainable tourism in Georgia, these are all obstacles that need to be addressed and strategic interventions must be addressed.

References:

[1] Vision 2030 - Georgia's Development Strategy. https://www.gov.ge
[2] Tourism Market Watch 4Q24/full 2024 review and 2025 outlook. https://galtandtaggart.com/report/georgias-tourism-market-watch-4q24-full-2024-review-and-2025-outlook/
[3] Bregadze, G. (2024). Enhancing tourism in the south Caucasus enhancing tourism through coopetition. Globalization and business. https://doi.org/10.35945/gb.2024.18.011
[4] The World Bank (2024). Georgia: Tourism Trends Analysis and Recommendations.
[5] Middle East Monitor, (2022). https://www.middleeastmonitor.com.
[6] Georgian National Tourism Administration. https://gnta.ge/en/research
[7] Tourism Sector Overview 2024 & 1Q 2025. https://www.tbccapital.ge/en/publications/all
[8] World Economic Forum. (2024). Travel & tourism development index 2024: Insight report. World Economic Forum.
[9] World Tourism Organization. (2024). Tourism Doing Business – Investing in Georgia. DOI: 10.18111/9789284425884

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ТА ВИКЛИКИ РОЗВИТКУ ТУРИЗМУ В ГРУЗІЇ

Майя Азмайпарашвілі
Доктор екології, доцент
Горійський державний університет; Горі, Грузія

Анотація. *Туризм має великий вплив на розвиток економіки країни. Він є важливим рушієм економічного зростання та розвитку, оскільки від нього залежить зростання ВВП та*

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

інвестиції в розвиток інфраструктури. Для Грузії, як країни, що розвивається, розвиток туризму має життєво важливе значення. Він забезпечує можливості працевлаштування для широкого кола людей, включаючи тих, хто проживає в сільській місцевості та має обмежені інші перспективи працевлаштування. У статті розглядається рівень розвитку туризму в Грузії за останні роки та його перспективи. У статті визначено основні перешкоди та виклики для сталого розвитку туристичного сектору. Ми обговорили збільшення кількості міжнародних відвідувачів, переважно з азійських ринків, через їх підвищений інтерес до Грузії. Нові ринкові можливості для туристичного сектору створюють більш стійку галузь завдяки диверсифікації. У загальній картині в'їзного туризму частка відвідувачів з Близького Сходу дуже мала, але в цьому випадку динаміка дуже важлива.

Ключові слова: *сталий туризм, статистика, стратегія розвитку.*

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.006

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОЦІНКИ ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ: ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ

Гавриляк Анатолій Степанович
канд. техн. наук, доцент
доцент кафедри економіки підприємства та інвестицій
Національний університет «Львівська політехніка», Україна

Паук Олександр Романович
аспірант кафедри економіки підприємства та інвестицій
Національний університет «Львівська політехніка», Україна

Дяків Сергій Іванович
аспірант кафедри економіки підприємства та інвестицій
Національний університет «Львівська політехніка», Україна

Анотація. *У статті розглядається актуальна проблема оцінки інноваційної діяльності будівельних підприємств, що має ключове значення для підвищення їхньої ефективності та конкурентоспроможності. Незважаючи на очевидні переваги інновацій, проблема вимірювання їхнього економічного ефекту та результативності залишається складною через різноманіття методів, відсутність єдиних методичних рекомендацій та специфічні умови будівельної галузі. Проведений всебічний огляд та аналіз існуючих якісних та кількісних методів оцінки інноваційної діяльності в будівельній галузі, а також висвітлено їхні переваги недоліки та сфера застосування. Для будівельних підприємств критично важливим є комплексний підхід до оцінки інноваційної діяльності, що поєднує якісні та кількісні методи для забезпечення стратегічної, організаційної та фінансової обґрунтованості рішень.*
Ключові слова: *інноваційна діяльність, якісні та кількісні методи оцінки інноваційної діяльності.*

Постановка проблеми. Інновації відіграють важливу роль у розвитку будівельних підприємств, оскільки їх впровадження сприяє підвищенню ефективності виробничих процесів, зниженню витрат, поліпшенню якості будівельних робіт та зміцненню конкурентних позицій на ринку. Проте, незважаючи на численні переваги інновацій, проблема оцінки їх економічного ефекту та результативності залишається складною та недостатньо дослідженою. Це пов'язано з різноманіттям методів, які можуть використовуватися для вимірювання інноваційної ефективності, а також специфічними умовами будівельної галузі, що характеризуються нестабільністю ринку, високою конкуренцією та браком достатніх даних для

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

об'єктивної оцінки. Однією з основних проблем є вибір адекватних методів оцінки інновацій, оскільки більшість традиційних економічних моделей не враховують у повній мірі специфіку інноваційних процесів у будівництві.

Відсутність єдиних методичних рекомендацій для оцінки інноваційної діяльності, а також велика різноманітність підходів до її аналізу ускладнюють прийняття обґрунтованих рішень на рівні будівельних підприємств. Це може призвести до неефективного використання ресурсів і неправильного визначення пріоритетів у розвитку інноваційних проектів.

Отже, проблема оцінки інноваційної діяльності будівельних підприємств залишається важливою і потребує детального дослідження методів, що застосовуються в практиці, з урахуванням їх переваг, обмежень і можливостей адаптації до умов конкретних підприємств і проектів.

Аналіз досліджень та публікацій. Інноваційна діяльність у будівельній галузі є одним із ключових факторів підвищення її ефективності, конкурентоспроможності та сталого розвитку, що обумовлює значний науковий інтерес до методів її оцінювання. Аналіз сучасних наукових праць свідчить про наявність значної кількості теоретичних та прикладних досліджень, присвячених цьому питанню. Зокрема у працях М. В. Чорної та С. В. Глухової [1] запропоновано матрицю для оцінки результативності інноваційної діяльності будівельних підприємств, яка на основі порівняння динаміки обсягів реалізації традиційної та інноваційної будівельної продукції дає змогу визначити рівень досягнутої результативності. Також узагальнено показники ефективності інноваційної діяльності, які використовуються в різних методиках оцінювання за критеріями економічної, науково-технічної, соціальної ефективності та рівня новизни. В дослідженні [2] проаналізовано основні види ефектів, що формують річні грошові надходження від упровадження нововведень та запропоновано комплексний показник оцінки ефективності з урахуванням ризику та невизначеності, на основі якого обчислюється чиста зведена вартість, а також обґрунтовано методику визначення ставки дисконту шляхом поєднання номінальної безризикової та соціальної ставок. Л. О. Птащенко в своїй статті [3] запропонувала модель інноваційного розвитку будівельного підприємства, яка включає експертизу пріоритетних напрямів інноваційної діяльності, оцінку інноваційного потенціалу підприємства, застосування методологічного інструментарію. У наукових працях [4, 5, 6, 7, 8] простежується чітка тенденція до використання комплексних моделей для оцінки інновацій. Ці моделі враховують динаміку фінансових показників, рівень ризику, довгострокові ефекти та якісні чинники інновацій.

Однак, попри значну кількість наукових праць, присвячених методам оцінки інноваційної діяльності підприємства, дослідження не завжди дають чітке уявлення про специфіку оцінки інновацій саме в контексті будівельних проєктів з урахуванням їх масштабу та складності, врахування довгострокових ефектів інновацій на економічну ефективність будівельних підприємств, що вимагає подальших наукових розробок.

Мета статті полягає в наданні всебічного огляду та аналізу існуючих методів оцінки інноваційної діяльності в будівельній галузі а також в розкритті переваг і недоліків кожного з цих методів, що сприятиме ефективнішому використанню інновацій для підвищення конкурентоспроможності та стабільності підприємств в умовах сучасного ринку.

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Виклад основного матеріалу досліджень. Економічне оцінювання інноваційної діяльності будівельних підприємств набуває особливої актуальності в сучасних умовах з кількох ключових причин. По-перше, необхідність підвищення конкурентоспроможності українських будівельних підприємств в умовах глобалізації ринку будівельних послуг та євроінтеграції зумовлює потребу у впровадженні сучасних підходів до оцінки ефективності інновацій. По-друге, масштабна відбудова України вимагає не просто відновлення інфраструктури, а впровадження передових технологій та інноваційних рішень, результативність яких повинна бути підтверджена чіткими економічними розрахунками. По-третє, обмеженість інвестиційних ресурсів ставить перед підприємствами завдання їх раціонального розподілу та вибору найбільш ефективних інноваційних проєктів. По-четверте, висока ризикованість інноваційної діяльності в будівельній галузі потребує розробки та застосування комплексних методів економічної оцінки, здатних враховувати багатовимірність і специфіку таких інновацій. Нарешті, зростання вимог до енергоефективності та екологічності будівель обумовлює необхідність врахування не лише прямих економічних ефектів, але й довгострокових соціальних та екологічних наслідків реалізації інноваційних рішень.

Сутність оцінки інноваційної діяльності будівельних підприємств полягає у вимірюванні ефективності, результативності та доцільності впровадження нововведень, що впливають на розвиток підприємства, підвищення його конкурентоспроможності, зниження витрат і підвищення якості будівельної продукції.

Інноваційну діяльність будівельних підприємств можна оцінити за допомогою різних методів, які умовно можна поділити на якісні та кількісні.

До якісних методів оцінки інноваційної діяльності можна віднести такі методи, які фокусуються на аналізі нефінансових аспектів інноваційної діяльності, таких як потенціал, стратегія, культура та зовнішні фактори. Якісні методи дозволяють отримати глибинне розуміння ситуації та врахувати фактори, які важко виміряти кількісно.

Якісні методи економічного оцінювання інноваційної діяльності будівельних підприємств, їх переваги і недоліки та сфера застосування наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Якісні методи економічного оцінювання інноваційної діяльності будівельних підприємств

Методи (*Сутність методу*)	*Переваги*	*Недоліки*	*Застосування*
1.1. Метод експертних оцінок (Група експертів оцінює різні аспекти інноваційної діяльності на основі своїх знань, досвіду та інтуїції.	• Дозволяє враховувати неформалі зовані знання та суб'єктивні фактори. • Може бути єдиним доступним методом при відсутності	• Суб'єктивність оцінок, залежність від кваліфікації та неупередженості експертів. • Складність у формулюванні чітких критеріїв оцінки.	• Оцінка перспективності нових будівельних матеріа-лів, технологій виконання робіт, управлінських інновацій • Оцінка ризиків при впровадженні

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Продовження таблиці 1

Методи (*Сутність методу*)	*Переваги*	*Недоліки*	*Застосування*
	достатніх кількісних даних. • Гнучкість у застосуванні до різних типів інновацій.	• Можливість упередженості або групового тиску.	складних інноваційних проектів.
1.2.Метод SWOT-аналізу (Інструмент стратегічного планування, що дозволяє виявити чотири ключові компоненти: strengths (сильні сторонни); weaknesses (слабкі сторонни); opportunities (можливості); threats (загрози))	• Системний підхід до аналізу дозволяє ідентифікувати ключові фактори впливу. • Сприяє формулюванню стратегій, що використовують сильні сторони для реалізації можливостей та мінімізації загроз.	• Результати можуть бути суб'єктивними, якщо аналіз не ґрунтується на об'єктивних даних. • Не дає конкретних рекомендацій щодо дій.	• Визначення напрямків інноваційного розвитку. • Аналіз конкурентного середовища. • Оцінка ризиків та можливостей при виході на нові ринки з інноваційними будівельними послугами.
1.3. Метод PESTEL - аналізу (Аналіз макроекономічного середовища, що впливає на діяльність підприємства та його інноваційну активність, за шістьма основними групами факторів: політичних; економічних; соціальних; технологічних; екологічних та правових)	• Дає широке розуміння зовнішнього середовища. • Допомагає прогнозувати зміни та їх вплив на інновації.	• Об'ємність. • Вимагає значних ресурсів для збору та аналізу інформації	• Оцінка впливу нових будівельних норм на впровадження інноваційних матеріалів. • Прогнозування попиту на енергоефективні будівлі. • Аналіз державних програм підтримки житлового будівництва.
1.4. Оцінка за критеріями відповідності	• Чіткість та структурованість оцінки. • Орієнтація на стратегічні цілі	• Вимагає чіткого визначення критеріїв. • Може бути суб'єктивною при відсутності об'єктивних метрик для кожного критерію	• Оцінка нових проектів з точки зору їх відповідності сучасним вимогам енергоефективності, екологічності, сейсмостійкості, а також можливості застосування на інших об'єктах.

Джерело: складено авторами опрацювавши джерела [1,2,3,4,5,6,7,8]

Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Кількісні методи, які базуються на числових показниках і дозволяють отримати об'єктивну оцінку ефективності інноваційної діяльності, їх переваги і недоліки та сфера застосування наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Кількісні методи економічного оцінювання інноваційної діяльності будівельних підприємств

Методи (*Сутність методу*)	*Переваги*	*Недоліки*	*Застосування*
Економічні методи			
1.1. Метод чистої приведеної вартості (NPV) *(Розрахунок різниці між приведеною вартістю майбутніх грошових надходжень від інновації та початковими інвестиціями*)	• враховує часову вартість грошей; • дозволяє порівнювати проекти різного масштабу; • враховує всі грошові потоки за весь період реалізації інновації	• складність прогнозування грошових потоків від інновації; • суб'єктивність у визначенні ставки дисконтування; • не враховує нефінансові фактории; • не відображає ризики інноваційної діяльності	• Прийняття рішень щодо інвестування в інновації з чітко визначеними параметрами • Оцінка поліпшуючих інновацій з передбачуваними грошовими потоками
1.2. Метод внутрішньої норми прибутковості (IRR) *(Визначення ставки дисконту, при якій NPV дорівнює нулю)*	• Відносний показник, що дозволяє порівнювати різні проекти • Не потребує попереднього визначення ставки дисконтування • Наочний критерій ефективності (порівняння з необхідною нормою прибутку)	• Можливість отримання декількох значень IRR для нестандартних грошових потоків • Не враховує масштаб інвестицій • Не застосовується при оцінці взаємовиключних проектів	• Оцінка інновацій з відносно короткими термінами окупності • Порівняння проектів з приблизно однаковими обсягами інвестицій • Прийняття рішень в умовах обмеженого бюджету
1.3. Метод індексу прибутковості (PI) *(Розрахунок відношення приведеної вартості майбутніх грошових потоків до початкових інвестицій.)*	• Відображає ефективність одиниці інвестицій • Зручний для ранжування проектів • Дозволяє оцінити запас міцності проекту • Добре працює при обмеженому інвестиційному бюджеті	• Не враховує масштаб інвестицій • Може суперечити NPV при порівнянні взаємовиключних проектів • Не враховує ризики, пов'язані з інноваційною діяльністю • Не підходить для проектів з незапланованими грошовими потоками	• Ранжування інноваційних проектів при обмеженому бюджеті • Оцінка ефективності інвестицій з погляду віддачі на кожну вкладену гривню • Порівняння проектів різного масштабу

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Продовження таблиці 2

Методи (*Сутність методу*)	*Переваги*	*Недоліки*	*Застосування*
1.4. Метод дисконтованого терміну окупності (DPP) *(Визначення періоду часу, за який дисконтовані грошові надходження від інновації покривають початкові інвестиції)*	• Враховує часову вартість грошей • Простий для розуміння та інтерпретації результатів • Відображає ліквідність та ризикованість проекту • Відображає швидкість повернення інвестицій	• Не враховує грошові потоки після точки окупності • Не дає інформації про прибутковість інновації • Не підходить для стратегічних довгострокових інноваційних проектів • Складність визначення точки беззбитковості для проектів з нерегулярними грошовими потоками	• Оцінка інноваційних проектів в умовах високої невизначеності • Проекти, для яких швидкість повернення інвестицій є критично важливим • Короткострокові інноваційні проекти з обмеженим бюджетом
2. Методи оцінки з урахуванням ризиків інноваційної діяльності			
2.1. Метод скоригованої на ризик ставки дисконтування *(Коригування базової ставки дисконтування на премію за ризик, характерний для конкретного інноваційного проекту)*	• Враховує специфічні ризики інноваційного проекту • Простий у застосуванні • Інтуїтивно зрозумілий для менеджерів • Дозволяє диференціювати інноваційні проекти за рівнем ризику	• Суб'єктивність визначення премії за ризик • Припущення про постійність ризику протягом всього періоду реалізації проекту • Не враховує можливість управління ризиками • Може призводити до надмірного "покарання" довгострокових інноваційних проектів	• Оцінка інноваційних проектів у галузях з високою невизначеністю • Порівняння проектів з різним рівнем інноваційності • Проекти, де домінує один тип ризику
2.2. Метод еквівалента впевненості (Certainty Equivalent Method) (*Коригування очікуваних грошових потоків на коефіцієнти певності, що відображають імовірність їх отримання.*)	• Дозволяє диференціювати ризик за періодами. • Використовує безризикову ставку дисконтування. • Більш точно відображає часову структуру ризиків. • Краще працює для проектів з різною динамікою ризиків.	• Складність визначення коефіцієнтів певності. • Висока суб'єктивність оцінки. • Недостатня поши-реність методу в практиці будівельних підприємств. • Потребує значного обсягу аналітичної роботи.	• Інноваційні проекти з нерівномірною динамікою ризиків. • Оцінка радикальних інновацій з високим ступенем невизначеності. • Проекти, де ризик зменшується з часом (наприклад, після підтвердження технології)

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Продовження таблиці 2

Методи (*Сутність методу*)	*Переваги*	*Недоліки*	*Застосування*
2.3. Метод сценаріїв *(Розрахунок показників ефективності для різних сценаріїв розвитку подій (оптимістичного, песимістичного, найбільш імовірного) з присвоєнням їм ймовірностей.)*	• Враховує різні варіанти розвитку подій • Дозволяє оцінити діапазон можливих результатів • Наочно демонструє ризики проекту. • Допомагає розробити стратегії реагування на різні ситуації.	• Обмежена кількість розглянутих сценаріїв • Суб'єктивність визначення ймовірностей сценаріїв. • Трудомісткість розрахунків для складних проектів. • Не враховує кореляцію між факторами ризику.	• Оцінка інноваційних проектів в умовах високої невизначеності • Проекти, чутливі до зміни зовнішніх факторів. • Стратегічні інновації з довгим горизонтом планування
3. Інші методи			
3.1. Оцінка за показниками інноваційної активності (*Вимірювання інноваційної діяльності за допомогою статистичних та фінансових показників таких як: Обсяг витрат на НДДКР (науково-дослідні та дослідно-конструк-торські роботи); кількість впроваджу-них інновацій; кількість отриманих патентів, ліцензій, раціоналізаторських пропозицій; кількість співробітників, задіяних в інноваційній діяльності, тощо)*	• Об'єктивність. • Можливість порівняння динаміки за періодами та з іншими підприємствами	• Не завжди відображають якість інновацій або їх реальний вплив на ефективність. • Високі витрати на НДДКР не завжди гарантують успішні інновації.	• Аналіз витрат на розробку нових проектів, впровадження енергоефективних рішень, • У визначенні кількості об'єктів, збудованих за новими технологіями.
3.2. Метод оцінки з урахуванням життєвого циклу інновацій (*Розрахунок повних витрат на впроваджу-ння, експлуатацію, технічне обслуговуван-ня та утилізацію інноваційного продук-ту протягом усього життєвого циклу*)	• Враховує всі етапи життєвого циклу інновації • Дозволяє виявити приховані витрати • Особливо цінний для оцінки енергоефективних технологій. • Дозволяє порівнювати різні технології	• Складність та трудомісткість • Суб'єктивність вибору параметрів. • Висока вартість. • Невизначеність та прогнозування	• Розробка нових продуктів та технологій. • Стратегічне планування та прийняття рішень. • Управління ланцюгами постачання

Джерело: складено авторами опрацювавши джерела [1,2,3,4,5,6,7,8]

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Враховуючи специфіку будівельної галузі, ефективна оцінка інноваційної діяльності вимагає адаптації загальних методів та фокусування їх на ключових аспектах. А саме на особливостях оцінки інноваційної діяльності в будівельній галузі які наведені в таблиці 3.

Таблиця 3

Специфіка будівельної галузі	*Опис та вплив на інноваційну діяльність*
Проектний характер діяльності	Інновації інтегровані в конкретні проекти. Оцінка повинна враховувати ефект інновації в рамках усього життєвого циклу проекту (від проектування до експлуатації та демонтажу).
Тривалий інвестиційний цикл	Довгостроковість будівельних проектів вимагає застосування дисконтованих методів оцінки ефективності (NPV, IRR) та врахування часової вартості грошей. Прогнозування грошових потоків на такий тривалий період є складним завданням
Висока капіталомісткість будівництва	Інновації, що вимагають значних початкових інвестицій (нове обладнання, технологічні лінії), потребують ретельного фінансового аналізу та оцінки ризиків
Нормативно-правові обмеження	Будівельна галузь є однією з найбільш регульованих. Оцінка інновацій повинна обов'язково включати аналіз відповідності діючим будівельним нормам, стандартам безпеки, екологічним та іншим вимогам. Це може впливати на терміни та вартість впровадження
Специфіка об'єктів будівництва	Кожен будівельний об'єкт є унікальним, що ускладнює стандартизацію інноваційних процесів та тиражування рішень без адаптації. Оцінка повинна враховувати можливості адаптації інновацій до різних типів об'єктів та умов.
Ризики	Будівництво характеризується високими ризиками (технічні, фінансові, екологічні, юридичні). Оцінка інновацій повинна включати детальний аналіз та управління ризиками, пов'язаними з їх впровадженням. Це може бути здійснено за допомогою методу сценарного аналізу.
Взаємодія з субпідрядниками	Інновації часто впроваджуються спільно з партнерами та субпідрядниками. Оцінка повинна враховувати ефективність такої співпраці та її вплив на загальний інноваційний потенціал.

дані сформовано з [9]

Враховуючи ці особливості, для будівельних підприємств доцільно застосовувати комплексний підхід до оцінки, який поєднує як якісні, так і кількісні методи. Наприклад, на етапі створення інноваційного проекту можна використовувати якісні методи для оцінки його потенціалу та ризиків, а на етапі реалізації та після завершення – кількісні методи для оцінки економічної ефективності. Важливо також постійно моніторити показники інноваційної діяльності та коригувати стратегії за необхідності.

Висновки та пропозиції. Для будівельних підприємств комплексний підхід є ключовим у оцінці інноваційної діяльності. Найбільш ефективним є поєднання якісних та кількісних методів. Завдяки якісним методам можна врахувати стратегічні, організаційні та ризикові аспекти, тоді як кількісні методи забезпечують фінансову обґрунтованість рішень.

Специфіка будівельної галузі вимагає особливого врахування, оскільки тривалий цикл проектів, висока капіталомісткість, нормативні обмеження та

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

значні ризики суттєво впливають на вибір та адаптацію методів оцінки. Тому є потреба у розробці спеціалізованих моделей та інструментів, з використанням спеціалізованого програмного забезпечення для збору, обробки та аналізу даних щодо інноваційної діяльності, що будуть орієнтовані саме на будівельний сектор. Крім того, існує необхідність розробки галузевих стандартів. Відсутність уніфікованих методик наразі ускладнює порівняльний аналіз та об'єктивну оцінку інноваційної діяльності в будівельній галузі.

Загалом, дослідження показують, що проблема економічної оцінки інновацій у будівництві є багатогранною і потребує детального аналізу та розробки нових методик, що адаптовані до умов будівельної галузі.

Список використаних джерел:

[1] Чорна, М. В., & Глухова, С. В. (2012). *Оцінка ефективності інноваційної діяльності підприємств*: Монографія. Харків: ХДУХТ. ISBN 978-966-405-267-9. https://core.ac.uk/download/pdf/79662926.pdf
[2] Novikova, M., & Burmaka, T.(2014). Evaluation of efficiency of innovation projects in housing and communal services. *Marketing and Management of Innovations,* 4, 91-98. https://mmi.sumdu.edu.ua/wp-content/uploads/mmi/volume-5-issue-4/mmi2014_4_91_98.pdf
[3] Птащенко, Л. О. (2024). Модель інноваційного розвитку будівельного підприємства. *Економіка і регіон*, *3*(94). Національний університет ім. Юрія Кондратюка. 86-93. https://reposit.nupp.edu.ua/bitstream/PoltNTU/17342/1/document%20%282%29.pdf
[4] Пузирьова, П. В. (2020). Дослідження основних методів та підходів до процесу оцінки інноваційного потенціалу промислових підприємств. *Формування ринкових відносин в Україні*, *12*(235), 34–47. https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/17147
[5] Ярмус, С. (2024). Проектування системи моніторингу та оцінювання ефективності інноваційної діяльності промислових підприємств. *Економіка та суспільство*, (69). https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-69-149
[6] Микитюк, П. (2017). Методи визначення ефективності інноваційних проектів на підприємствах будівельної галузі. *Вісник Економіки*, *3*, 99-106. https://visnykj.wunu.edu.ua/index.php/visnykj/article/view/49
[7] Телишевська, Л., & Колєдіна, К. (2018). Особливості оцінки ефективності інноваційних проектів з різним терміном будівництва. *Молодий вчений*, 8 (60), 400-404. https://molodyivchenyi.ua/index.php/journal/article/view/4184
[8] Ільчишин, М. З. (2024). Методичний інструментарій оцінювання розвитку інноваційного підприємництва. *Академічні візії*, (35). https://academy-vision.org/index.php/av/article/view/1359
[9] Козик, В. В., Гавриляк, А. С., Петрушка, Т. О., & Данилович, Т. Б. (2022). *Планування і організування діяльності будівельних підприємств*: навчальний посібник. Новий Світ – 2000.

MAIN DIRECTIONS OF TECHNOLOGICAL UPDATE OF CONSTRUCTION ENTERPRISES

Anatolii Havryliak
Ph.D in Technical sciences, Associate professor,
Associate professor of the Department of Business Economics and Investment
Lviv Polytechnic National University, Ukraine

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Oleksandr Pauk
Postgraduate student of the Department of Business Economics and Investment
Lviv Polytechnic National University, Ukraine
Serhiy Dyakiv
Postgraduate student of the Department of Business Economics and Investment
Lviv Polytechnic National University, Ukraine

Summary. *The article considers the current problem of assessing the innovative activity of construction enterprises, which is of key importance for increasing their efficiency and competitiveness. Despite the obvious advantages of innovations, the problem of measuring their economic effect and effectiveness remains complex due to the variety of methods, the lack of unified methodological recommendations and the specific conditions of the construction industry. A comprehensive review and analysis of existing qualitative and quantitative methods for assessing innovative activity in the construction industry is carried out, and their advantages, disadvantages and scope of application are also highlighted. For construction companies, a comprehensive approach to evaluating innovation activity that combines qualitative and quantitative methods to ensure the strategic, organizational, and financial soundness of decisions is critically important.*
Keywords: *innovation activity, qualitative and quantitative methods for evaluating innovation activity.*

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.007

АУДІОМАРКЕТИНГ У ПАРАДИГМІ ІННОВАЦІЙНОЇ ЕКОНОМІКИ

Бондарець Надія Леонідівна
Членкиня спілки звукорежисерів України
Здобувачка ступеня доктора філософії
Національна академія керівних кадрів культури і мистецтв, Україна
Старша викладачка
Київський національний університет культури і мистецтв, Україна

Носенко Олексій Васильович
Член спілки звукорежисерів України
Здобувач ступеня доктора філософії
Національна академія керівних кадрів культури і мистецтв, Україна
Викладач
Київський національний університет культури і мистецтв, Україна

Анотація. *У статті проаналізовано аудіомаркетинг як складову інноваційної економіки, що ґрунтується на емоційній взаємодії з цільовою аудиторією. Досліджено теоретичні засади та прикладні моделі використання аудіоконтенту в маркетингових стратегіях, зокрема джинглів, аудіологотипів і брендованої музики. На основі даних аналітичних досліджень та кейсів провідних компаній (Intel, McDonald's, Coca-Cola) показано, що застосування аудіомаркетингу сприяє зростанню рівня впізнаваності бренду, лояльності споживачів і економічних показників. Висвітлено роль аудіомаркетингових підходів у формуванні сенсорної ідентичності бренду. Зроблено висновок про доцільність системного впровадження аудіостратегій у маркетингову політику підприємств у цифрову епоху.*

Ключові слова *аудіомаркетинг, економіка, маркетинг, саундпродюсування, аудіальне мистецтво, аудіобрендинг, інноваційний маркетинг, звукорежисура.*

Постановка проблеми. В умовах посилення конкуренції та цифровізації економіки підприємства змушені шукати нові інструменти для ефективної комунікації з цільовою аудиторією. Традиційні маркетингові засоби поступово втрачають здатність забезпечувати емоційну залученість споживача, що актуалізує необхідність використання сенсорних каналів впливу, зокрема аудіального. Аудіомаркетинг, який поєднує елементи інноваційної економіки, брендингу та поведінкового аналізу, набуває все більшого значення як засіб формування унікальної та впізнаваної аудіоідентичності та стимулювання купівельної активності. Однак, попри зростання кількості практичних кейсів його успішного використання, в науковій економічній літературі відсутнє системне узагальнення теоретичних засад та економічних ефектів від застосування аудіомаркетингу. Саме це зумовлює необхідність дослідження

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

потенціалу аудіомаркетингу в контексті інноваційного розвитку та формування стійких конкурентних переваг суб'єктів господарювання.

Аналіз досліджень та публікацій. У сучасній парадигмі інноваційної економіки особливого значення набувають нематеріальні активи, зокрема бренд, емоційний капітал і досвід споживача. Аудіомаркетинг як складова інноваційної комунікації активно досліджується у ряді публікацій, що охоплюють історичні кейси, нейроповедінкові моделі та новітні підходи до бренд-комунікацій.

На основі огляду Naudus (2021) висвітлюється історичний приклад трансформаційної сили аудіореклами у випадку з брендом Wheaties, що ілюструє ефективність звукової ідентичності навіть у традиційному FMCG-сегменті. Ng Jia Le (2016) у своєму дослідженні звертає увагу на емоційний вплив джинглів та популярної музики в рекламному просторі, акцентуючи на довгострокових ефектах побудови емоційного зв'язку між брендом і споживачем.

Суттєвий внесок у розробку теоретико-методологічних підходів до аудіомаркетингу зробила праця Губаревої (2015), де систематизовано інструменти звукового брендингу та проаналізовано світовий досвід, що є важливим у формуванні інноваційної моделі маркетингових комунікацій. Терол (2017) вводить концепт персонального аудіобрендингу як інструменту самоідентифікації в епоху цифрових технологій, що важливо в розірізі динаміки брендів у децентралізованому інформаційному просторі.

Інноваційний підхід до формування брендової ідентичності демонструють практичні кейси, зокрема Intel Inside (Team TBH, 2024), «I'm Lovin' It» від McDonald's (Corporality Global, 2023) або сезонна кампанія Coca-Cola («Holidays Are Coming») в дослідженні Benyamin (2025) і Rudolph (2024) засвідчують, що аудіоелементи можуть бути не лише інструментами комунікації, а й ціннісними носіями бренду, що формують стійку споживчу поведінку.

З позицій нейромаркетингу, публікації Карпенко й Іваннікової (2020), Палєхової та Ісабекової (2021), а також Бородкіної і Царук (2015) узагальнюють психологічні механізми впливу на поведінку споживачів через аудіальні канали сприйняття, що забезпечує новий рівень персоналізованої комунікації. Практичний аспект реалізації цих інструментів у бізнесі підтверджують дослідження Чеченюк (2021) та Мельниченка (2023), де доводиться прямий зв'язок між маркетинговими інноваціями, включаючи звукові, та зростанням конкурентоспроможності підприємства.

Також, дослідження Voices (2022) демонструє, що аудіоелементи значно підвищують рівень запам'ятовуваності реклами, а публікація Lesonsky (2025) у Forbes підтверджує економічну ефективність музики в ритейлі, зокрема шляхом подовження перебування покупців і зростання середнього чеку.

Таким чином, аналіз підтверджує, що аудіомаркетинг є невід'ємними компонентами інноваційної економіки, де вартість формується не лише через товар, а й через сенсорний досвід споживача. Інтеграція аудіоінструментів у маркетингову стратегію забезпечує не тільки емоційний резонанс, а й вимірювану економічну вигоду.

Метою статті є систематизація та критичний аналіз наукових і прикладних підходів до використання аудіомаркетингу як інструменту підвищення

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

економічної ефективності брендових комунікацій в умовах інноваційної економіки, з акцентом на вплив аудіоконтенту на споживчу поведінку, рівень впізнаваності бренду та зростання обсягів продажів.

Виклад основного матеріалу. В умовах розвитку інноваційної економіки аудіомаркетинг виступає вагомим стратегічним ресурсом, здатним ефективно впливати на економічні показники та конкурентоспроможність підприємств. Професійне застосування аудіомаркетингових технологій та принципів аудіобрендингу здатне суттєво посилити економічні результати комерційної діяльності через стимулювання споживацької поведінки, формування сталих асоціативних зв'язків та підвищення емоційної лояльності споживачів. Впровадження аудіомаркетингу дозволяє досягати значного збільшення товарообігу, частоти здійснення покупок і зростання середнього чека, що підтверджується результатами нейромаркетингових досліджень та економічним аналізом аудіовізуальних кампаній провідних брендів.

На практиці економічні переваги аудіомаркетингу проявляються у цілеспрямованому використанні музичного оформлення торговельних просторів, спеціалізованих радіостанцій, аудіоджинглів та аудіологотипів, які формують позитивну споживацьку атмосферу та сприяють імпульсивним рішенням щодо покупок. Прикладом цього є успішні кейси великих ритейлерів, які застосовують персоналізовані аудіоканали, орієнтовані на часові, подієві та емоційні фактори, створюючи при цьому умови для сталого економічного зростання.

У стратегічному аспекті ефективне впровадження аудіомаркетингу потребує комплексного підходу та врахування специфіки цільової аудиторії, брендової ідентичності й комунікаційної політики підприємства. Інноваційні технології, такі як мобільні додатки, цифрові аудіоплатформи та інтегровані CRM-системи, дозволяють не лише розширити можливості застосування аудіоконтенту, але й забезпечити поглиблену аналітику споживацької поведінки. Таким чином, стратегічний розвиток аудіомаркетингу здатний забезпечити суттєве підвищення конкурентоспроможності підприємств на ринку, що безпосередньо впливає на позитивні зміни в їхніх економічних показниках.

Одним із знакових прикладів раннього аудіомаркетингу є рекламна кампанія зубної пасти Pepsodent, розпочата у 1920-х роках у США. Ця кампанія, організована знаменитим американським рекламним фахівцем Клодом Гопкінсом, стала революційною через використання радіореклами, що містила характерний аудіоджингл, який починався словами «You'll wonder where the yellow went, when you brush your teeth with Pepsodent». Цей простий і водночас яскравий музичний мотив забезпечив високий рівень впізнаваності бренду, суттєво збільшивши його популярність.

Наслідком рекламної кампанії Pepsodent стало значне зростання продажів: протягом кількох років бренд захопив понад 50% американського ринку зубних паст, ставши одним із провідних продуктів у цій категорії. Саме ця кампанія продемонструвала ефективність аудіомаркетингу не лише як інструменту формування споживацьких переваг, але й потужного чинника, що здатний безпосередньо впливати на економічні результати компанії. Цей

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

досвід Pepsodent є кейсом у аудіомаркетингу як самостійної маркетингової дисципліни, що поєднує творчість та економічний прагматизм [1].

Історичне становлення аудіомаркетингу датується 1926 роком і пов'язане з першою зафіксованою рекламною кампанією, в якій було застосовано спеціально створений музичний джингл. Американська корпорація General Mills використала цей аудіоконтент для просування сухих сніданків під торговою маркою Wheaties. На той момент компанія розглядала можливість припинення випуску цієї продукції через її низьку комерційну ефективність. Проте запуск музичного джингла під назвою «Have You Tried Wheaties?» суттєво змінив ринкові позиції продукту. Застосування зазначеної аудіомаркетингової стратегії спричинило значний економічний ефект: у регіонах, де транслювався джингл, зростання продажів Wheaties за перший місяць кампанії перевищило 70%. Узагальнені дані продажів у національному масштабі також показали помітне зростання, яке оцінюється у понад 30%. Ці результати стали підставою для перегляду маркетингової політики компанії та послужили переконливим доказом ефективності аудіоконтенту як інструменту стимулювання економічних показників підприємств, демонструючи вагомий вплив аудіостратегій на споживацьку поведінку та комерційний успіх бренду [2].

Науковиця Ю. Губарєва у фаховій статті «Аудіомаркетинг: інструменти, перспективи, прогресивний світовий досвід» зазначає: «Доведено, що звуки мають сильний вплив на підсвідомість людини, що може ефективно використовуватися в рекламних цілях» [3], де авторка підкреслила важливість і ефективність застосування звукових стимулів в аудіомаркетингу через їхню здатність цілеспрямовано впливати саме на підсвідомість людини. Таким чином, акцентується увага на тому, що аудіомаркетинг є ефективним інструментом формування прихованих, але стійких асоціативних зв'язків у споживачів, що може значною мірою підвищити ефективність рекламних кампаній та економічні показники брендів.

Сучасний аудіомаркетинг є комплексним маркетинговим напрямком, який охоплює кілька взаємопов'язаних складових: аудіобрендинг і аудіологотипи (звукові логотипи), фонову музику в торговельних приміщеннях (музичний мерчендайзинг), голосові та аудіорекламні повідомлення, а також цифровий аудіоконтент на стрімінгових платформах і подкасти.

Аудіобрендинг трактується як системний підхід до використання звуку для створення впізнаваного іміджу бренду [4]. Зокрема, застосування аудіологотипів, тобто коротких унікальних звукових фрагментів, які асоціюються виключно з певним брендом, сприяє швидкому формуванню та зміцненню брендової ідентичності. Дослідження демонструють, що наявність аудіологотипу збільшує впізнаваність бренду, підвищуючи лояльність споживачів і, відповідно, зростання продажів. В статті «17 причин, чому вам потрібен аудіобренд. Чому вам варто розробити ідентичність свого бренду за допомогою саунду вже сьогодні» підкреслюється: «Бренди, які використовують послідовний аудіобрендинг, створюють на 46% сильніший емоційний зв'язок зі своєю аудиторією, а 72% споживачів, які впізнають бренд просто за його аудіологотипом, з більшою ймовірністю оберуть цей бренд серед конкурентів» [5].

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

У межах світової практики підтверджуються приклади економічної результативності аудіомаркетингових стратегій. Зокрема, аудіологотип Intel Inside є прикладом мінімалістичного, але вкрай ефективного аудіомаркетингу, який забезпечив зростання впізнаваності бренду Intel від 24% до 80%, що зазначається в публікації «Тематичне дослідження кампанії Intel Inside» [6]. Іншим вдалим прикладом можна назвати аудіологотип McDonald's «I'm Lovin' It», запущений у 2003 році за участі музичного продюсера Фаррелла Вільямса та співака Джастіна Тімберлейка. У третьому кварталі 2003 року після використання аудіологотипа у глобальній рекламній кампанії компанія повідомила про зростання продажів на 7,9%, що було безпрецедентним зростанням за останнє десятиліття для корпорації [7].

У системі сучасного аудіомаркетингу аудіоджингл Coca-Cola «Holidays Are Coming» (у перекладі «Свято наближається») виступає однією з найяскравіших репрезентацій ефективного музичного брендингу з потужною економічною динамікою. Вперше запроваджений у 1995 році, цей аудіосупровід рекламної кампанії, створений композитором Geoffrey Millar, швидко здобув статус не лише комерційного інструмента, але й культурного феномена. Його перше використання було пов'язане з телерекламою, в якій фірмові вантажівки Coca-Cola, освітлені ілюмінацією, символізували початок святкового сезону. Джингл, будучи частиною брендового аудіосигналу, започаткував новий рівень емоційної ідентифікації бренду [8].

Використання джинглу «Holidays Are Coming» справляє безпосередній вплив на поведінку споживачів та продажі. Публікація Project Aeon описує, що мелодія та образи кампанії стали невід'ємною частиною популярної культури: 44 % британців вважають запуск реклами офіційним початком сезону свят, багато хто одразу впізнає джингл та асоціює його з брендом Coca-Cola [9].

Таким чином, сучасні аудіомаркетингові практики, ґрунтовані на високоякісному музичному контенті та інтегрованому емоційному кодуванні бренду, демонструють не лише зростання показників комерційної ефективності, а й здатність формувати стійкі поведінкові реакції споживачів. Аудіоджингли виступають не лише інструментами естетичного впливу, а й потужними економічними чинниками, які забезпечують лояльність до бренду, підвищення конверсії та стабілізації ринкових позицій у межах глобальної конкуренції.

Музичний мерчендайзинг, який передбачає використання музичного оформлення в місцях продажів, дозволяє суттєво впливати на поведінку споживачів. Фонд MRC Data/Nielsen Music та дослідження Gant показали, що фонова музика збільшує час перебування в магазині на ~42%, а середній чек – приблизно на 37%, коли музика відповідає бренду магазину [10]. Або ж із використанням музичного фонового супроводу можна сформувати швидкість потоків споживачів в магазинах, таким чином можна або пришвидшити їх рух, або ж, навпаки, уповільнити. Доктор економічних наук Н. Карпенко та кандидат економічних наук М. Іваннікова в дослідженні «Нейромаркетинг для малого бізнесу» підкреслюють: «Доведено, що музичний фон сприяє збільшенню товарообігу на 46 %. Розмірені (60 тактів на хвилину) мелодії частіше підштовхують людей до імпульсних покупок. У магазинах із помірною ціною

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

краще використовувати енергійну музику (90–110 тактів на хвилину), під яку люди швидше зважуються на покупку» [11]. Таким чином, дослідження переконливо демонструє, що аудіомаркетинг через використання різного музичного темпу суттєво впливає на поведінку споживачів, підвищуючи товарообіг підприємств до 46%. Особливо важливим є диференційований підхід до вибору музичного супроводу залежно від цінового сегмента магазину, що дозволяє ефективніше стимулювати як імпульсивні, так і заплановані покупки.

Голосові рекламні повідомлення активно використовуються у сфері послуг (рітейл, громадський транспорт, мережі харчування, туристична галузь). У пресрелізі Voices наводяться результати досліджень, які свідчать: 67 % респондентів вважають аудіорекламу більш привабливою, а 73 % значно більш запам'ятовуваною, а також 84 % впізнають бренд за аудіо елементами реклами, що дає значний доказ вищої ефективності аудіо над текстом [12]. Це веде до зростання конверсії, а відтак і до збільшення доходів.

Окремим потужним сегментом сучасного аудіомаркетингу є цифровий аудіоконтент, включаючи стримінгові сервіси та подкасти. Стрімке зростання популярності подкастів та музичних стримінгів створило додатковий маркетинговий канал, позитивно впливаючи на економічні показники, зокрема зростання доходів через рекламу та партнерські інтеграції.

Таким чином, використання зазначених складових аудіомаркетингу у сучасних бізнес-процесах має доведений позитивний вплив на ключові економічні показники: збільшення обсягів продажів, підвищення лояльності споживачів та зміцнення позицій брендів на ринку.

Кандидат мистецтвознавства Б. Кисляк у публікації «Музичний маркетинг у сучасному суспільстві» виокремлює «музичний маркетинг» як окрему категорію, відповідно, варто зауважити, що музичний маркетинг і аудіомаркетинг не тотожні поняття, а музичний маркетинг є частиною аудіомаркетингу [13].

Різні науковці підтверджують, що професійний підхід до аудіомаркетингу та засобів його взаємодії зі споживачем гарантовано забезпечить економічне зростання. Так, дослідники Л. Палєхова та Є. Ісабекова в публікації «Застосування інструментів нейромаркетингу в роздрібній торгівлі» формують мету застосування аудіомаркетингу в системі продажів, як таку, де аудіомаркетинг спонукає до додаткового зростання всіх індикаторів продажу – від розміру середнього чека до частоти звернень клієнтів. Підвищення лояльності клієнтів і збільшення продуктивності праці в колективі ринкового суб'єкту [14]. Отже, наведені результати досліджень переконливо підтверджують, що професійний підхід до аудіомаркетингу та його взаємодії зі споживачем науково обґрунтовано забезпечує зростання економічних показників підприємств. Таким чином, доцільним є впровадження системних аудіомаркетингових стратегій, адаптованих до специфіки цільових аудиторій, що гарантуватиме не лише короткострокове підвищення продажів, а й довготривале посилення ринкових позицій суб'єктів господарювання.

Вчені Н. Бородкіна та І. Царук в статті «Психоемоційні методи впливу на поведінку споживачів: узагальнення досвіду» ґрунтовно і з прикладами розглядають вплив аудіо на споживача та економічний результат від такої

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

взаємодії, вказуючи: «Американські фахівці стверджують, що м'який музичний фон сприяє збільшенню товарообігу на 4 %. Споживач може під дією музики витратити на 35-40 % більше, ніж планував» [15]. Тобто, аудіоконтент доволі ефективний засіб для маніпуляції діями покупця.

У контексті сучасної практики аудіомаркетингу важливо усвідомлювати, що якість аудіодизайну в комерційних просторах безпосередньо впливає на економічну динаміку підприємства. Грамотно підібране звукове середовище сприяє підвищенню обсягу продажів, збільшенню тривалості перебування клієнтів у торговельному залі, формуванню позитивного емоційного досвіду, що стимулює до імпульсивних покупок. Водночас непрофесійна аудіостратегія може мати протилежний ефект, викликаючи у споживача психологічний дискомфорт, що унеможливлює утворення стійкого споживчого зв'язку з брендом і, відповідно, призводить до зниження середнього чека та зменшення часу присутності у комерційному просторі.

До типових помилок у звуковому оформленні торговельного простору слід віднести використання музики, яка суперечить цільовим очікуванням аудиторії або контексту простору. Зокрема, невідповідність музичного супроводу емоційному тлумаченню бренду чи продукту (наприклад, треки з асоціативною насиченістю, пов'язаною з емоційними втратами або любовною тематикою) може викликати відчуття когнітивного дисонансу. Надмірний рівень гучності, надто високий темп (понад 120 ударів за хвилину), стилістичні коливання між треками або трансляція непрофільних радіостанцій (особливо у кав'ярнях чи закладах HoReCa) мають потенціал викликати роздратування, що безпосередньо впливає на зниження ефективності продажів.

У відповідь на ці виклики провідні українські ритейлери запроваджують спеціалізовані внутрішні радіостанції, зокрема «Радіо Сільпо» та «Радіо Аврора», контент яких розробляється з урахуванням часових і ситуативних змін споживчої поведінки. Аудіопрограми таких станцій структуровано з позицій темпорального таргетування: від добової динаміки до сезонних і святкових подій, що забезпечує не лише відповідність музики загальній атмосфері простору, а й підвищує ймовірність активізації купівельної поведінки. Крім того, дотримання авторського права в межах цих ініціатив свідчить про формування нової етики аудіобрендингу в Україні, що корелює з міжнародними стандартами аудіомаркетингу.

Аудіомаркетинг застосовується як можливість змінити емоційний стан споживача та занурити його в необхідний для комерційного простору контекст. Сучасна інноваційна економіка має враховувати цей потенціал для взаємодії зі споживачем. Науковиця І. Чеченюк у статті «Нейромаркетинг як інструмент збільшення обсягів продажу» підтверджує, що 80% рішень приймаються споживачами підсвідомо [16].

Яскравими прикладами немузичного підсвідомого впливу на вибір споживачів можна назвати аудіорішення для йогуртів і сиркових десертів Данісімо, де оксамитовим жіночим голосом вимовляється «І нехай весь світ зачекає…». У покупця формується асоціація не з йогуртом, а з можливістю обрати час для себе, зупинитися на хвилину для власного щастя, обрати власне задоволення. І при виборі йогуртів або сиркових десертів ця підсвідома

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

асоціація міцно спрацює. Якщо написати цей слоган на бігборді, то такого стійкого зв'язку із товаром не отримаємо, адже для підсвідомого формування зв'язку емоції із товаром потрібна частота (тон) голосу, швидкість вимовляння, відповідна звукова обробка.

Фраза «Ранок починається на з кави» в 2012 році стала трампліном для впізнаваності департаменту сантехніки компанії «Агромат». Ця рекламна кампанія викликала потужний емоційний резонанс, спровокувавши потік обговорень у медіа та соціальних мережах, що суттєво підвищило впізнаваність бренду і мало вірусний ефект. Переформатований, провокативний меседж дозволив бренду із відносно нішевого сегмента сантехніки вийти на ширшу аудиторію без значних витрат на традиційні рекламні канали.

У сучасному суспільстві аудіомаркетинг набуває нових форм виразності та ефективності завдяки активному використанню смартфонів як одного із основних каналів комунікації зі споживачем. Кандидат економічних наук О. Мельниченко у публікації «Роль маркетингових інновацій у підвищенні конкурентоспроможності підприємства» підкреслює важливість взаємодії покупців і мобільних пристроїв, як засобів для здійснення покупок: «Понад 75% користувачів Мережі використовують соціальні мережі; крім того, більшість користувачів Інтернету в Україні використовують мобільні пристрої для доступу в Інтернет (переважно смартфони). Близько 60% користувачів інтернету використовують мобільні додатки, що підкреслює важливість мобільного вектора маркетингових комунікацій для бізнесу» [17].

Голосові бот-повідомлення, аудіоконтент, персоналізовані звукові повідомлення, аудіоджингли та брендові аудіокомпоненти в мобільних застосунках, формують когнітивно-емоційний вплив на користувача, сприяючи підвищенню залученості, формуванню спонтанних покупок і довгострокової лояльності. Аудіостимули, інтегровані в мобільні середовища, активізують нейромаркетингові механізми прийняття рішень, підсилюючи конверсію та підвищуючи середній чек. Таким чином, синергія аудіомаркетингу та мобільних технологій стає чинником збільшення економічних показників у сфері діджитал-комерції.

Водночас смартфон уже не є виключно споживацьким інструментом для здійснення покупок, він трансформується у повноцінний інструмент обробки замовлень, аналітики та зворотного зв'язку. Завдяки інтеграції аудіоаналітики, CRM-систем та мобільних платформ управління продажами, підприємства отримують можливість використовувати смартфони не лише як канали доставки аудіоконтенту, а і як інструменти операційного менеджменту. Це сприяє оптимізації логістичних процесів, персоналізації взаємодії з клієнтами та впровадженню аудіоасистованих сценаріїв комунікації. Таким чином, мобільний аудіомаркетинг розглядається як складова адаптивної економіки в умовах цифрової трансформації, де смартфон функціонує як динамічний вузол між брендом і користувачем, забезпечуючи зростання комерційної ефективності.

В умовах сучасного економічного середовища засоби аудіомаркетингу в онлайн- та офлайн-комерційних площинах характеризуються суттєвими відмінностями, зумовленими особливостями взаємодії споживача з

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

комунікаційними каналами та середовищами. В офлайн-просторі акцент робиться на формуванні загальної атмосфери, створенні емоційного комфорту та посиленні імпульсивних купівельних рішень через музичний мерчендайзинг і фоновий аудіоконтент, натомість онлайн-формат орієнтований переважно на персоналізацію та точне таргетування аудіостимулів за допомогою алгоритмічних інструментів, адаптивного аудіоконтенту та інтерактивних голосових інтерфейсів. Відповідно, кожен з цих форматів має принципово відмінні механізми впливу на поведінку споживачів та вимагає диференційованого підходу до розробки аудіомаркетингових стратегій.

Пандемія COVID-19 та військові дії на території України стали потужними каталізаторами трансформації аудіомаркетингу, суттєво вплинувши на розвиток цифрових каналів комунікації, а також посиливши використання аудіоконтенту для досягнення стабільних економічних показників підприємств в умовах кризи. Зокрема, адаптація бізнесу до дистанційних форм взаємодії внаслідок пандемії та вимушене перенесення економічної активності в онлайн-простір через воєнний стан призвели до збільшення ролі аудіоінструментів у процесах залучення та утримання клієнтів, стимулювання покупок, підвищення лояльності й формування нових споживацьких практик, що, відповідно, забезпечило додаткові джерела економічного зростання.

В Україні аудіомаркетинг як маркетингова стратегія наразі застосовується епізодично і не набув достатньої популярності серед вітчизняних підприємств, залишаючись недостатньо вивченим феноменом у вітчизняному науковому дискурсі. Незважаючи на вагомий світовий досвід і науково доведений вплив аудіомаркетингу на економічні показники бізнесу, українські компанії лише поодиноко використовують цей інструмент, недооцінюючи його економічний потенціал як ефективної складової інноваційної економіки. Відповідно, існує нагальна потреба у подальших наукових дослідженнях та практичному впровадженні аудіомаркетингу, що дозволить повною мірою реалізувати його можливості для посилення конкурентоспроможності та економічного зростання підприємств в умовах сучасних ринкових реалій.

Інтеграція технологій штучного інтелекту в аудіомаркетингові стратегії сучасних підприємств сприяє суттєвому підвищенню ефективності взаємодії з цільовими аудиторіями, забезпечуючи гнучку персоналізацію комунікацій, точну сегментацію споживачів та створення адаптивного аудіоконтенту. Зокрема, алгоритми ШІ дозволяють аналізувати споживацьку поведінку, виявляти закономірності реакції на різні типи аудіостимулів, прогнозувати їхню ефективність і автоматично адаптувати музичний супровід та звукові повідомлення відповідно до уподобань та психологічного профілю клієнтів, що веде до оптимізації конверсії, збільшення середнього чека та посилення економічних результатів діяльності бізнесу.

У контексті сучасної інноваційної економіки взаємодія саундпродюсерів із маркетологами набуває стратегічного значення в аспекті дослідження та аналізу емоційних реакцій споживачів, що виникають під впливом окремих аудіокомпонентів. Така співпраця передбачає цілеспрямоване вивчення емоційних відгуків на конкретні аудіостимули з метою формування ефективних маркетингових рішень та оптимізації аудіоконтенту, здатного цілеспрямовано

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

впливати на поведінку споживача. Подібний інтегрований підхід дозволяє максимально використовувати потенціал аудіомаркетингу для активації процесів прийняття рішень щодо здійснення покупки, підвищуючи тим самим економічну результативність діяльності підприємств на ринку.

Висновки та пропозиції. На основі проведеного дослідження обґрунтовано, що аудіомаркетинг у сучасних умовах інноваційної економіки набуває значення стратегічного інструменту брендової диференціації, сенсорного позиціонування та когнітивного впливу на споживчу поведінку. Аудіовплив, зокрема через використання джинглів, аудіологотипів, брендованих музичних мотивів і персоналізованих звукових повідомлень, є не лише комунікаційною, а й економічно ефективною категорією маркетингової діяльності, що базується на синтезі нейропсихології, креативних індустрій та сучасних технологій.

Системний аналіз даних засвідчив, що цільове використання аудіоконтенту в межах маркетингової стратегії сприяє зростанню рівня впізнаваності бренду, підвищенню лояльності аудиторії, збільшенню частоти споживання, а в ряді кейсів також прямому приросту товарообігу. Доказова база з досвіду таких компаній, як Intel, McDonald's, Coca-Cola, General Mills та інших, підтверджує доцільність інтеграції аудіобрендингу як елемента сенсорного менеджменту у структуру брендової архітектоніки.

Узагальнюючи результати, доцільно сформулювати такі науково обґрунтовані пропозиції:

– Інституціоналізація аудіомаркетингу як окремої підсистеми в межах корпоративної комунікаційної політики;

– Використання нейромаркетингових принципів при розробці звукової айдентики для забезпечення підвищеного емоційного резонансу з цільовою аудиторією;

– Залучення саундпродюсерів для створення конкурентоспроможного аудіоконтенту;

– Розробка системи аналітичних метрик для кількісної оцінки ефективності аудіомаркетингових кампаній;

– Міждисциплінарна інтеграція знань з економіки, маркетингу, когнітивних наук, аудіотехнологій та культурології задля формування інноваційних підходів в розрізі сучасної економіки

Таким чином, аудіомаркетинг постає як перспективний вектор трансформації економіки вражень у напрямі глибшої персоналізації споживчого досвіду та формування сталих конкурентних переваг суб'єктів господарювання в умовах висококонкурентного цифрового середовища.

Список використаних джерел:

[1] Naudus, P. S. (2021). *The advertisement that changed history*. Medium. https://medium.com/better-marketing/the-advertisement-that-changed-history-607eee1f1ae4

[2] Ng Jia Le, J. (2016). *Music in advertising: An overview of jingles, popular music and the emotional impact of music in advertising* (Senior thesis, Liberty University). Liberty University Digital Commons. https://digitalcommons.liberty.edu/honors/564

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[3] Губарева, Ю.А. (2015). Аудіомаркетинг: інструменти, перспективи, прогресивний світовий досвід. Економіка: реалії часу, 4(20), 65-70. http://nbuv.gov.ua/UJRN/econrch_2015_4_11
[4] Terol, R. (2017). Audiobranding and its importance to your personal brand: New ways to communicate our messages through sound. In L. E. Grigoriou (Ed.), Digital tools for academic branding and self-promotion (pp. 186–198). IGI Global. https://doi.org/10.4018/978-1-5225-0917-2.ch012
[5] Sumpter, P. (2024). 17 reasons why you need an audio brand: Why you should develop your brand identity with sound today. The Futz Butler. https://thefutzbutler.com/news/why-you-need-an-audio-brand
[6] Team TBH. (2024). Case Study on Intel's Intel Inside Campaign. The Brand Hopper: All Brand Stories At One Place. https://thebrandhopper.com/2024/09/14/a-case-study-on-intel-intel-inside-campaign/
[7] Corporality Global. (2023). "I'm Lovin' It" McDonald's most effective commercial campaign [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=OywHEUWgNyM
[8] Rudolph, E. (2024). Holiday ads. Marketing Communications Today. West Virginia University. https://marketingcommunications.wvu.edu/professional-development/marketing-communications-today/marketing-communications-today-blog/2024/12/09/holiday-ads
[9] Benyamin, D. (2025). How the Coca-Cola Christmas ad became the ultimate holiday icon. Project Aeon. https://project-aeon.com/blogs/how-the-coca-cola-christmas-ad-became-the-ultimate-holiday-icon
[10] Lesonsky, R. (2025). Does playing music increase sales? The power of music in retail. Forbes. https://www.forbes.com/sites/allbusiness/2025/03/11/does-playing-music-increase-sales-the-power-of-music-in-retail
[11] Карпенко, Н. В., Іваннікова, М. М. (2020). Нейромаркетинг для малого бізнесу. Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі, (2)98, 8–15. https://doi.org/10.37734/2409-6873-2020-2-8
[12] Voices. (2022). Audio boosts memorability and engagement of advertisements, Voices study finds [Press release]. Voices.com. https://www.voices.com/company/press/press-releases/audio-boosts-memorability-and-engagement-of-advertisements-voices-study-finds
[13] Кисляк, Б. М. (2023). Музичний маркетинг у сучасному суспільстві. Аспекти історичного музикознавства, (32), 187–201. https://doi.org/10.34064/khnum2-32.11
[14] Палєхова, Л. Л., Ісабекова, Є. А. (2021). Застосування інструментів нейромаркетингу в роздрібній торгівлі. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених і науково-педагогічних працівників (Умань, 20 травня 2021 р.) (83–85). ВПЦ «Візаві». https://dspace.ksaeu.kherson.ua/bitstream/handle/123456789/6528/.....pdf?sequence=1#page=84
[15] Бородкіна, Н. О., Царук, І. М. (2015). Психоемоційні методи впливу на поведінку споживачів: узагальнення досвіду. Вісник Житомирського державного технологічного університету, (3)73, 45–53. http://ven.ztu.edu.ua/article/viewFile/56205/53134.pdf
[16] Чеченюк, І. (2021). Нейромаркетинг як інструмент збільшення обсягів продажу. У Нарощування фінансово-економічного потенціалу суб'єктів економічних відносин як основа поступального розвитку територіально-господарських систем: Монографія (153–159). https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/35263/2/NFEPSEV_2021_Checheniuk_I-Neuromarketing_as_a_153-159.pdf
[17] Мельниченко, О. О. (2023). Роль маркетингових інновацій у підвищенні конкурентоспроможності підприємства. Modern Economics, (41), 79–85. https://doi.org/10.31521/modecon.V41(2023)-12

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

AUDIO MARKETING IN THE PARADIGM OF THE INNOVATION ECONOMY

Nadiia Bondarets
Member of the Union of Sound Engineers of Ukraine
Ph.D Student
National Academy of Managerial Staff of Culture and Arts, Ukraine
Senior Lecturer
Kyiv National University of Culture and Arts, Ukraine
Oleksii Nosenko
Member of the Union of Sound Engineers of Ukraine
Ph.D Student
National Academy of Managerial Staff of Culture and Arts, Ukraine
Lecturer
Kyiv National University of Culture and Arts, Ukraine

Summary. *The article analyses audio marketing as a component of the innovative economy based on emotional interaction with the target audience. It explores the theoretical foundations and applied models of using audio content in marketing strategies, in particular jingles, audio logos and branded music. Based on analytical research data and case studies of leading companies (Intel, McDonald's, Coca-Cola), it is shown that the use of audio marketing contributes to an increase in brand awareness, consumer loyalty, and economic performance. The role of audio marketing approaches in shaping the sensory identity of a brand is highlighted. A conclusion is made about the feasibility of systematically implementing audio strategies in the marketing policy of enterprises in the digital age.*

Keywords: *audio marketing, economics, marketing, sound production, audio art, audio branding, innovative marketing, sound engineering.*

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.008

ІННОВАЦІЙНІ СТРАТЕГІЇ ПРОСУВАННЯ МАЛОГО БІЗНЕСУ

Довженко Олександр Володимирович
Магістр кафедри маркетингу та поведінкової економіки
ВНЗ «Університет економіки та права «КРОК», Україна

Петрова Ірина Леонідівна
доктор екон. наук, професор,
завідувач маркетингу та поведінкової економіки
ВНЗ «Університет економіки та права «КРОК», Україна

Бєлова Олена Ігорівна
канд. екон. наук, доцент,
доцент кафедри маркетингу та поведінкової економіки
ВНЗ «Університет економіки та права «КРОК», Україна

Анотація. *У сучасних умовах, що характеризуються нестабільністю, кризовими явищами та ризиками, посиленими війною, малий бізнес виступає важливим фактором відновлення економіки. Водночас саме малі підприємства найсильніше стикаються з обмеженням ресурсів, високим рівнем конкуренції та недостатнім досвідом у сфері маркетингу. Ефективне просування малого бізнесу стає критично важливим для його сталого розвитку. Малий бізнес демонструє гнучкість, швидкість адаптації та здатність виживати там, де великі компанії втрачають позиції. Однак без чіткого розуміння механізмів просування навіть найкраща бізнес-ідея ризикує залишитися непоміченою. Тому важливо досліджувати не лише канали комунікації, а й конкретні стратегії просування, що працюють у реальному секторі. На особливу увагу заслуговують стратегії маркетингової діяльності у сфері послуг, ефективність яких безпосередньо залежить від сприйняття споживача. Метою статті є дослідження інноваційних стратегій просування малого бізнесу з метою підвищення його конкурентоспроможності. Авторами систематизовано теоретичні підходи до стратегій просування малого бізнесу в умовах цифровізації, виявлено сучасні тенденції у сфері франчайзингу, цифрового маркетингу та автоматизованих форматів обслуговування; проведено оцінювання маркетингової діяльності малого підприємства; розкрито сильні та слабкі сторони стратегії просування бренду. Методологічною основою дослідження стали узагальнення теоретичних напрацювань та підприємницького досвіду, методи абстрагування, аналізу та синтезу, індукції та дедукції, кількісно-якісного аналізу. Окремим методом став SWOT-аналіз маркетингової стратегії. Отримані наукові результати полягають у дослідженні та практичному підтвердженні ефективності найбільш результативних інноваційних підходів до просування малого бізнесу. Насамперед, це стратегії, орієнтовані на акцентування простих, зрозумілих каналів комунікації, персоналізацію маркетингових повідомлень, візуальну ідентичність бренду, гнучку цінову політику та запуск франчайзингової моделі як інноваційного інструменту масштабування. У межах дослідження проведено кейс-*

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

аналіз реального малого підприємства, що дозволив визначити переваги локального маркетингу, важливість роботи з лояльністю споживача та ролі Digital-інструментів для залучення нових клієнтів. Перспективи подальших досліджень полягають у формуванні адаптивної моделі просування малого бізнесу, яка буде враховувати сезонність попиту, цифрову поведінку споживачів та побудову лояльності до бренда.
Ключові слова: *інноваційні стратегії просування; управління малим бізнесом; франчайзинг; цифровий маркетинг; поведінка споживача; маркетинг послуг.*

Постановка проблеми. У сучасних економічних умовах малий бізнес відіграє ключову роль у підтримці економіки, створенні робочих місць та задоволенні локальних потреб населення. Проте саме малі підприємства найчастіше зіштовхуються з нестачею фінансових, людських і технологічних ресурсів, що ускладнює їхню конкурентоспроможність на ринку. Ці обмеження особливо гостро проявляються у сфері маркетингу, зокрема - при просуванні товарів і послуг. Попри те, що маркетингові інструменти постійно оновлюються, більшість рекомендацій у публічному просторі орієнтовані на великі компанії або середній бізнес. Водночас малим підприємствам потрібні гнучкі, недорогі та швидко адаптивні інноваційні стратегії просування, які враховують локальну специфіку, поведінку споживача та ресурсні обмеження.

Використання шаблонних підходів у малому бізнесі часто призводить до неефективних витрат або взагалі до втрати контактів із цільовою аудиторією. Тому постає необхідність системного дослідження: які саме інноваційні стратегії просування дійсно працюють для малого бізнесу в реальних умовах, які канали комунікації є найбільш ефективними та як адаптувати відомі моделі маркетингу під формат мікропідприємств. Особливо актуальним є аналіз просування малих бізнесів у сфері послуг, які мають справу з високим рівнем емоційності покупки, персоніфікованими контактами з клієнтами та високою залежністю від географічного розташування. Інноваційні моделі та цифровізація відкриває нові можливості, але водночас вимагає нових знань і швидкого реагування на зміни у поведінці споживачів.

Аналіз досліджень та публікацій. Стратегії просування малого бізнесу, зокрема в умовах цифрової трансформації, розглядаються в наукових працях як вітчизняних, так і зарубіжних дослідників.

Котлер і Келлер (2016) обґрунтовують важливість стратегічного підходу до маркетинга в умовах обмежених ресурсів, що є характерним саме для малого бізнесу. Вони наголошують на побудові довгострокових відносин із клієнтом, що стає вирішальним чинником у конкурентному середовищі.

У свою чергу, Ковальчук (2023) акцентує увагу на впровадженні цифрових інструментів у маркетингові кампанії малого бізнесу, підкреслюючи важливість адаптації контенту до цільової аудиторії, використання аналітики для покращення ефективності просування. Це підтверджує і Мельник (2022), який аналізує зміни у поведінці споживачів у цифровому середовищі, зокрема збільшення впливу персоналізованих повідомлень та онлайн-рекомендацій.

Франчайзинг як форму масштабування малого бізнесу розкрито у праці Савченка (2022), де автор досліджує особливості побудови франшиз в Україні,

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

наголошуючи на важливості стандартизації маркетингових процесів. Цей підхід підтримує і Журавель (2023), зазначаючи, що франчайзинг у сфері послуг дозволяє зберегти якість обслуговування та водночас адаптувати комунікацію до локальних особливостей ринку.

Практичні аспекти маркетингових стратегій для малого бізнесу досліджує Петренко (2021), який систематизує моделі просування, придатні для мікропідприємств. У статті автора висвітлено ефективність багатоканальних стратегій, що поєднують онлайн- і офлайн- інструменти. Цю думку доповнює Голуб (2022), який наголошує, що інновації в просуванні малого бізнесу мають ґрунтуватися на адаптації до динамічних змін ринку. Автор підкреслює важливість інтеграції цифрових каналів, підвищення гнучкості стратегій, а також розвитку партнерств та колаборацій як джерел конкурентної переваги для невеликих компаній.

Hokmabadi, Rezvani, & de Matos (2024) доводять, що маркетингові спроможності підприємства, зокрема в частині цифрової аналітики, персоналізованої комунікації та брендингу, є ключовими чинниками стійкості малого бізнесу.

Стаття Self-Service Technology in Casual Dining Restaurants (2021) описує, як автоматизовані сервіси змінюють поведінку споживачів у HoReCa-секторі. Автори акцентують, що технології self-service не лише скорочують витрати, а й підвищують задоволення клієнтів, якщо поєднані з грамотним цифровим супроводом.

Варто звернути увагу на працю Sabaran & Abd Aziz (2023), які систематизували бар'єри і фактори впровадження цифрових технологій у франчайзингових моделях.

Детальний ресурсний підхід до розвитку малого бізнесу через франчайзинг демонструє класичне дослідження Stanworth, Stanworth, Watson, Purdy & Healeas (2004), автори дослідження розглядають франчайзинг як стратегічний механізм масштабування бізнесу при збереженні гнучкості.

Автори McDaniel, McGee, Beeson & Prater (2022) у своєму дослідженні висвітлюють психологічні аспекти взаємодії між франчайзером і франчайзі. Вони доводять, що рівень ініціативності та самоусвідомлення франчайзі суттєво впливає на фінансові результати, що є вагомим фактором при підборі партнерів для масштабування бізнесу.

Utomo, Ngindana, Zulfa, Fitriyah & Sudarmawan (2023) досліджують поведінкові уподобання споживачів у виборі кав'ярень. Результати свідчать, що саме цифровий маркетинг і якість сервісу є вирішальними факторами для клієнтської лояльності.

Nuseir, Aljumah, Alshurideh, Kurdi & Al Kurdi (2023) наголошують, що SMM та SEO є найефективнішими каналами для малого бізнесу. Автори доводять, що адаптація стратегій до бюджету, аудиторії та контексту є вирішальною складовою успіху. У роботі також наголошується, що персоналізований контент безпосередньо впливає на клієнтський досвід, лояльність і фінансовий результат.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Проте, не зважаючи на достатню кількість наукових досліджень, що представляють інноваційні стратегії просування малого бізнесу, є необхідність адаптації цих підходів до моделі франчайзингу з урахуванням цифрової системи управління та просування.

Мета роботи. Метою дослідження є визначення й обґрунтування інноваційних стратегій просування малого бізнесу на прикладі франчайзингової моделі автоматизованих кав'ярень самообслуговування, що поєднує цифрові інструменти маркетингу, автоматизацію сервісу та персоналізовану комунікацію з клієнтом.

Виклад основного матеріалу. Впровадження інноваційних стратегій просування в маркетингову діяльність малих та мікропідприємств стає не лише їх конкурентною перевагою, а й критично необхідною умовою життєздатності.

Однією з інноваційних форм ведення малого бізнесу, що стрімко розвивається на українському ринку, є кав'ярні самообслуговування KAVALIFE. Їх унікальність полягає у поєднанні технологічної автоматизації, мінімізації людських ресурсів і максимальної гнучкості щодо вибору локацій розташування. Саме ці фактори забезпечують швидке масштабування формату без значного підвищення операційних витрат. Поглиблений аналіз діяльності підприємства дозволив дослідити ключові підходи до формування інноваційних стратегії просування, розрахувати вартість запуску франчайзингової моделі, а також оцінити ефективність застосування digital-комунікацій у реальних ринкових умовах.

Згідно з власними дослідження у ФОП ГУРІНЕНКО Р.І., у період з 2022 по 2025 роки відкрито десять кав'ярень самообслуговування KAVALIFE (Рис. 1).

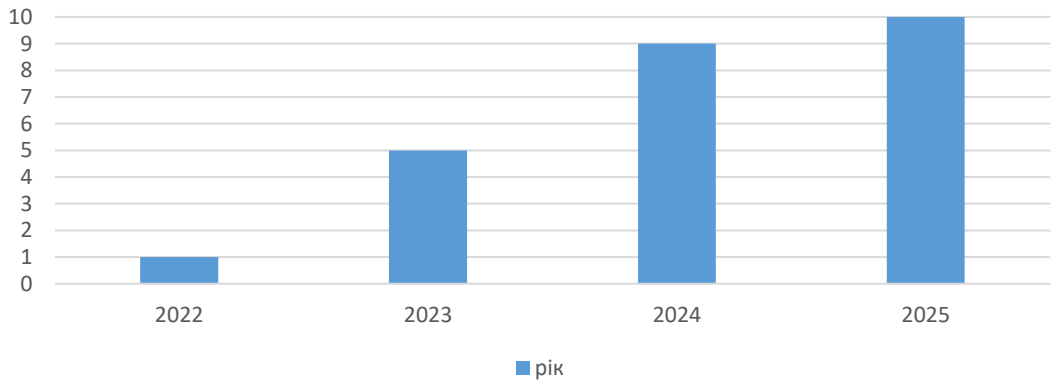


Рис. 1. Відкриття кав'ярень самообслуговування KAVALIFE у період з 2022 -2025 роки

Графік показує динаміку розширення мережі кав'ярень самообслуговування KAVALIFE у період 2022–2025 років. В основі цього зростання лежить не лише адаптивність формату самообслуговування до умов сучасного споживчого середовища, а й активне використання digital-інструментів для просування бренду, гнучка цінова політика та вдало підібрані локації розміщення кав'ярень.

З розширенням мережі кав'ярень самообслуговування KAVALIFE змінювався і сукупний прибуток компанії (Рис. 2).

Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

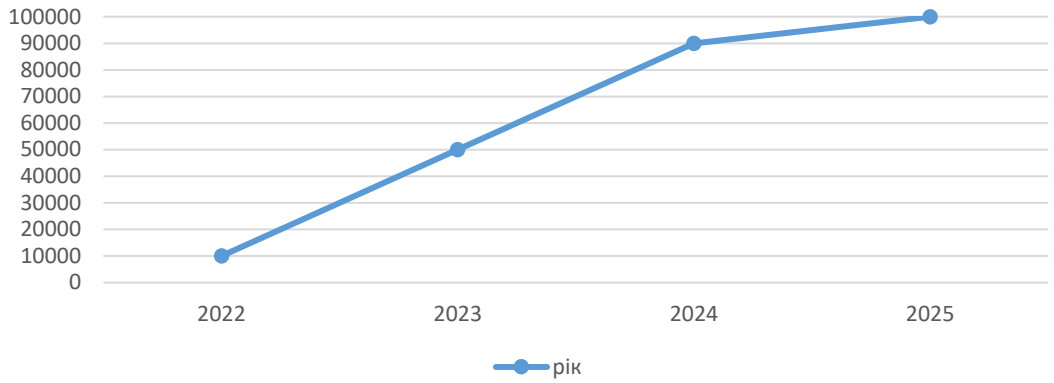


Рис. 2. Зміна сукупного прибутку KAVALIFE у період з 2022–2025 роки

Графік демонструє чіткий зростаючий тренд сукупного прибутку мережі кав'ярень KAVALIFE, що корелює з динамікою відкриття нових локацій.

Важливим фактором розвитку компанії стала здатність проекту забезпечити стабільну якість обслуговування при збереженні гнучкості формату та помірного рівня інвестицій (Табл. 1).

Таблиця 1

Структура стартових інвестицій кав'ярні KAVALIFE

Стаття витрат	Сума, грн.
Кавовий автомат Jetinno JL300	194 000,00
Стійка	23 000,00
Установка та доставка	4 000,00
Термінал для оплати	16 000,00
Модем + камера	2 500,00
Інгредієнти (стартовий запас)	4500,00
Витратні матеріали	4 000,00
Додаткові витрати (брендинг, налаштування)	2 000,00
Загальні інвестиції	**250 000,00**

дані сформовано з [16]

Таблиця показує структуру інвестицій, необхідних для запуску однієї автоматизованої кав'ярні самообслуговування KAVALIFE. Важливо, що модель початковиї інвестицій передбачає відносно невеликий пакет входу - менше 300 000 тис. грн, що робить її доступною для малого інвестора. Завдяки чіткій структурі витрат, франчайзі може прогнозувати терміни окупності та формувати бюджет з урахуванням реальних потреб.

Для оцінки ефективності інвестиційної моделі було використано показник окупності ROI (Return on Investment), розрахований за формулою (1). За умовами, що базуються на практичних розрахунках франчайзингової моделі KAVALIFE, середній щомісячний прибуток з однієї точки становить близько 21 000 грн. За рік це – 252 000 грн. За початкових інвестицій у розмірі 250 000 грн, річний ROI – 0,8%, що відповідає повній окупності на кінець першого року функціонування. Враховуючи динаміку зростання попиту, прибутковість після першого року має тенденцію до підвищення.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

$$ROI = \frac{\text{чистий прибуток за рік} - \text{інвестиції}}{\text{інвестиції}} * 100\% \quad (1)$$

$$ROI = \frac{252000 - 25000}{25000} * 100\%$$

Додаткову цінність для франчайзі становлять низькі операційні витрати, відсутність потреби в персоналі, цифрова аналітика продажів і підтримка з боку франчайзера. Це дає змогу забезпечити стабільний грошовий потік із перших місяців.

Для комплексної оцінки маркетингової стратегії бренду KAVALIFE доцільно провести SWOT-аналіз (Табл. 2), який дозволяє виявити сильні та слабкі сторони бізнес-моделі, а також можливості та загрози, що формуються у зовнішньому середовищі. Результати дослідження дають змогу сформулювати обґрунтовані управлінські рішення щодо майбутнього розвитку франшизної мережі.

Таблиця 2

SWOT- аналіз кав'ярні самообслуговування KAVALIFE

S (Strengths) - Сильні сторони	W (Weaknesses) - Слабкі сторони
- Швидкість обслуговування: клієнти можуть швидко отримати свій напій без очікування в черзі. - Зниження витрат на персонал: відсутність працівників для обслуговування клієнтів. - Інноваційний підхід: формат самообслуговування приваблює клієнтів. - Економія часу: клієнти можуть швидко вибирати і оплачувати замовлення. - Безпека для здоров'я: розхідники індивідуальній упаковці.	- Брак персоналізованого обслуговування: відсутність інтеракції з працівниками. - Технічні труднощі: можливі збої в роботі автоматизованих систем. - Обмежений асортимент: не можливо пропонувати широкий ассортимент. - Менше можливостей для створення лояльності: відсутність персонального контакту з клієнтами.
O (Opportunities) - Можливості	T (Threats) - Загрози
- Популяризація автоматизації: зростає попит на інноваційні рішення, такі як самообслуговування. - Розширення бізнесу запуском франшизи: покупка ліцензії на бізнес. - Залучення клієнтів через технології: використання цифрових технологій. - Екологічні рішення: використання біорозкладної упаковки та зменшення кількості відходів. - Партнерські відносини: колаборація з компаніями.	- Конкуренція: зростаюча кількість кав'ярень з індивідуальним підходом до клієнтів. - Залежність від технічних систем: обладнання для самообслуговування може виходити з ладу. - Зміна споживчих звичок: клієнти можуть повернутися до традиційного формату кав'ярень. - Економічні зміни: збільшення витрат на обладнання або підвищення цін на продукцію. - Вандалізм: кав'ярні у вільному доступі, тому присутні крадіжки.

[авторська розробка]

Проведений SWOT-аналіз дозволив оцінити ключові маркетингові фактори та окреслити напрями для вдосконалення стратегії, зокрема у контексті масштабування.

У сучасних ринкових умовах малий бізнес дедалі частіше впроваджує франчайзингову модель масштабування як ефективну стратегію просування,

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

мінімізуючи при цьому ризики запуску нового бізнесу. Тенденція до франшиз активно розвивається у сфері обслуговування, зокрема в сегменті автоматизованих кав'ярень. Франчайзинг забезпечує новим партнерам готову бізнес-модель, підтримку та бренд, що вже має репутацію серед споживачів, а головне - дозволяє швидше вийти на стабільний прибуток при менших інвестиціях і маркетингових витратах.

Паралельно стрімко зростає роль digital-маркетингу як основного каналу комунікації з клієнтом. Для малого бізнесу найбільш ефективними виявляються таргетована реклама у соцмережах, контент-маркетинг, а також локальна SEO-оптимізація.

Одним з ключових трендів є автоматизація сервісу. Вона не лише знижує витрати на персонал, а й створює новий рівень комфорту для споживачів. Автоматизовані кав'ярні з технологією відстежування в реальному часі, безконтактною оплатою, smart-меню та аналітикою продажів стають прикладом того, як технології можуть поєднуватись з інноваційними стратегіями просування. Споживач отримує швидкий сервіс, стабільну якість продукту і водночас - персоналізовану комунікацію, зокрема через push-сповіщення, QR-код та цифрові програми лояльності.

Таким чином, поєднання франчайзингової моделі, digital-маркетингу та автоматизації дозволяє малому бізнесу не лише виживати, а й ефективно конкурувати в умовах сучасної економіки.

Ключовими інструментами просування виступають:

– візуальний брендинг кав'ярень, що забезпечує впізнаваність серед цільової аудиторії;

– локаційний маркетинг – підбір місць із високою прохідністю;

– digital-комунікації через соціальні мережі (Instagram, Facebook);

– контакт зі споживачем через QR-код на стійках.

Маркетингова діяльність KAVALIFE відображає ключові принципи інноваційного підходу до просування малого бізнесу та демонструє потенціал для вдосконалення - зокрема, у впровадженні глибших аналітичних систем, персоналізованих рекламних кампаній, CRM-інструментів та програм лояльності.

Висновки та пропозиції. Проведене дослідження продемонструвало, що ефективне просування малого бізнесу в сучасних умовах дедалі частіше ґрунтується на поєднанні інноваційного формату обслуговування, цифрових інструментів комунікації та адаптивної маркетингової стратегії. Франчайзингова модель кав'ярні самообслуговування KAVALIFE продемонструвала, що навіть при обмеженому бюджеті малий бізнес здатен вибудовувати впізнаваний бренд та поступово масштабуватись. Бізнес реалізує просту, але ефективну модель: автоматизація процесів, впізнаваний візуальний стиль бренду і розміщення кав'ярень у місцях із високою прохідністю. Компанія активно використовує digital-маркетинг для залучення й утримання споживачів.

Фінансові показники свідчать про стабільне зростання: ROI становить близько 10% на місяць, а середній щомісячний прибуток кав'ярні самообслуговування – 21 000 грн, що робить модель привабливою для потенційних франчайзі.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

SWOT-аналіз виявив ключові переваги моделі (автоматизація, простота масштабування, гнучкість) і визначив напрямки подальшого покращення (глибша аналітика, розширення digital-комунікацій, персоналізація пропозицій).

Оригінальність дослідження полягає в поєднанні концепції digital-маркетингу з практичним кейсом автоматизованого малого бізнесу на умовах франчайзингу. Результати дослідження підтверджують, що навіть при обмежених ресурсах малий бізнес здатен реалізовувати цілісні маркетингові стратегії, якщо фокус зроблено на інновації, чіткому позиціюванні та цифровій гнучкості.

Соціально-економічний ефект дослідження полягає у створенні більш доступної моделі розвитку малого бізнесу - як з точки зору підприємця, так і споживача, який отримує якісний та швидкий сервіс.

Перспективи подальших досліджень охоплюють вивчення ефективності персоналізованих Digital-кампаній та глибшому розумінні поведінки споживачів у різних форматах самообслуговування, вивченні їх реакції на персоналізовані пропозиції та розробку галузевих рекомендацій для масштабування малого бізнесу на засадах інноваційних стратегій.

Список використаних джерел:

[1] Hokmabadi, H., Rezvani, S. M. H. S., & de Matos, C. A. (2024). Business resilience for small and medium enterprises and startups by digital transformation and the role of marketing capabilities—A systematic review. *Systems*, 12(6), 220. https://doi.org/10.3390/systems12060220.

[2] McDaniel, M., McGee, J., Beeson, M., & Prater, E. (2022). Channeling franchisee independence: How personal initiative and self-awareness mediate the relationship between desire for autonomy and franchise performance. *Journal of Small Business Strategy*, 32(2), 104–114. https://doi.org/10.53703/001c.31716

[3] Nilsson, E., Pers, J., & Grubbström, L. (2021). Self-service technology in casual dining restaurants. *Journal of Foodservice Business Research*, 24(4), 338–356. https://doi.org/10.1080/15332969.2021.1947085

[4] Nuseir, M. T., Aljumah, A., Alshurideh, M. T., Kurdi, B., & Al Kurdi, O. (2023). Digital marketing strategies and the impact on customer experience: A systematic review. In M. T. Alshurideh, A. A. Al Kurdi, S. S. Hassan, & I. El-Masri (Eds.), *Digital transformation and emerging technologies for fighting COVID-19 pandemic: Innovative approaches* (pp.21–44). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-12382-5_2

[5] Sabaran, N. N. H., & Abd Aziz, N. A. (2023). Technology adoption in franchising business: Understanding factors and challenges. *Journal of Technology and Operations Management*, 18(2), 49–59. https://doi.org/10.32890/jtom2023.18.2

[6] Stanworth, J., Stanworth, C., Watson, A., Purdy, D., & Healeas, S. (2004). Franchising as a small business growth strategy: A resource-based view of organizational development. *International Small Business Journal*, 22(6), 539–559. https://doi.org/10.1177/0266242604047409

[7] Utomo, P. U., Zulfa, F. N., Fitriyah, & Sudarmawan, B. N. (2023). Influence of digital marketing and service quality on consumer preferences for coffee shops in Malang City. *Journal of Economic & Business*, 2(2), 190–206. https://doi.org/10.59001/pjeb.v2i2.107

[8] Голуб, О. І. (2022). Інновації у просуванні малого бізнесу. *Економіка та держава*, (4), 34–39.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[9] Журавель, І., & Кравець, Т. (2023). Франчайзинг як форма розвитку малого бізнесу. *Економічний вісник університету*, (1), 84–91.
[10] Ковальчук, І. (2023). Цифрові інструменти маркетингу. *Маркетинг в Україні*, (1), 10–15.
[11] Котлер, Ф., & Келлер, К. Л. (2019). *Маркетинг менеджмент* (15-е вид.). Київ: Вільямс.
[12] Мельник, Р. (2022). Поведінка споживачів у цифровому середовищі. *Маркетинг і менеджмент інновацій*, (3), 66–73.
[13] Петренко, М. (2021). Маркетингові стратегії малого бізнесу. *Науковий вісник УжНУ. Серія: Економіка*, (2), 54–59.
[14] Савченко, А. (2022). Розвиток франчайзингу в Україні. *Вісник КНУ імені Тараса Шевченка. Серія: Економіка*, (4), 41–45.
[15] Петрова І. Л., Рогов О. Л. Ефективність SEO-інструментів у реалізації маркетингової стратегії підприємства. *Бізнес Інформ*. 2025. №2. С. 532–541. https://doi.org/10.32983/2222-4459-2025-2-532-541
[16] Статистика ФОП «Гуріненко Р.І.» (2022-2025).

INNOVATIVE STRATEGIES FOR PROMOTING SMALL BUSINESS

Dovzhenko Oleksandr
Master's student,
Marketing and Behavioral Economics Department
«KROK» University, Ukraine
Petrova Iryna
Doctor of Economic Sciences, Professor,
Head of the Department of Marketing and Behavioral Economics
«KROK» University, Ukraine
Bielova Olena
PhD in Economics, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Marketing and Behavioral Economics
«KROK» University, Ukraine

Summary. *In today's environment, characterized by instability, crises, and risks exacerbated by war, small businesses are an important factor in economic recovery. At the same time, small businesses are most affected by limited resources, high levels of competition, and insufficient marketing experience. Effective promotion of small businesses is becoming critically important for their sustainable development. Small businesses demonstrate flexibility, speed of adaptation, and the ability to survive where large companies are losing ground. However, without a clear understanding of the mechanisms of promotion, even the best business idea risks going unnoticed. Therefore, it is important to explore not only communication channels, but also specific promotion strategies that work in the real sector. Marketing strategies in the service sector deserve special attention, as their effectiveness directly depends on consumer perception. The purpose of this article is to study innovative strategies for promoting small businesses in order to increase their competitiveness. The authors systematize theoretical approaches to small business promotion strategies in the context of digitalization, study current trends in franchising, digital marketing, and automated service formats, evaluate the marketing activities of small businesses, and reveal the strengths and weaknesses of brand promotion strategies. The methodological basis of the study was the generalization of theoretical developments and entrepreneurial experience, methods of abstraction, analysis and synthesis, induction and deduction, quantitative and qualitative analysis. A separate method was SWOT analysis of marketing strategy. The scientific results obtained consist*

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

of research and practical confirmation of the effectiveness of the most effective innovative approaches to promoting small businesses. First of all, these are strategies focused on emphasizing simple, understandable communication channels, personalization of marketing messages, visual brand identity, flexible pricing policy, and the launch of a franchise model as an innovative scaling tool. As part of the study, a case analysis of a real small business was conducted, which made it possible to identify the advantages of local marketing, the importance of working with consumer loyalty, and the role of digital tools in attracting new customers. Prospects for further research lie in the formation of an adaptive model for promoting small businesses that will take into account the seasonality of demand, digital consumer behavior, and the building of brand loyalty.
Keywords: *innovative promotion strategies; small business; franchising; digital marketing; consumer behavior; service marketing.*

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.009

МЕТОДИКА ОЦІНКИ СОЦІАЛЬНИХ НАСЛІДКІВ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ ЯК СКЛАДОВА АНАЛІТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УПРАВЛІННЯ СОЦІАЛЬНИМ КАПІТАЛОМ ПІДПРИЄМСТВА

Перчук Оксана Володимирівна
канд.екон.наук.,
доцент кафедри обліку, оподаткування та бізнес-управління
Університет Григорія Сковороди в Переяславі, Україна

Вовченко Роман Сергійович
канд.екон.наук,
викладач кафедри обліку, оподаткування та бізнес-управління
Університет Григорія Сковороди в Переяславі, Україна

Ліщенко Дмитро Петрович
аспірант
Університет Григорія Сковороди в Переяславі, Україна

Анотація. *У статті розглядається методика оцінки соціальних наслідків управлінських рішень як ключовий елемент аналітичного забезпечення управління соціальним капіталом підприємства. Обґрунтовано важливість урахування соціальних ефектів у процесі прийняття управлінських рішень для досягнення довгострокової ефективності та стійкості бізнесу. Запропоновано етапи методичного підходу до оцінювання соціальних наслідків, які включають ідентифікацію соціальних ефектів, розробку системи індикаторів, застосування кількісних та якісних методів аналізу, а також зворотний зв'язок для адаптації управлінських дій. Визначено роль соціальної аналітики в підвищенні якості менеджменту та формуванні довіри серед стейкголдерів.*

Ключові слова: *соціальний капітал, управлінські рішення, соціальні наслідки, аналітичне забезпечення, методика оцінки, індикатори, менеджмент підприємства.*

Соціальний капітал підприємства розглядається в науковій літературі як сукупність ресурсів, що виникають унаслідок соціальних зв’язків, мережевої взаємодії та норм довіри в організаційному середовищі. На відміну від матеріальних і фінансових ресурсів, соціальний капітал має нематеріальний характер, але значно впливає на ефективність функціонування підприємства. Він охоплює такі компоненти, як взаємна довіра, згуртованість колективу,

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

рівень комунікаційної відкритості, лояльність працівників, а також їх готовність до співпраці.

У сфері дослідження соціального капіталу підприємства та його оцінювання активно працюють як українські, так і зарубіжні науковці. Серед них варто виділити таких як: Базалійська Н., Вренсіс Фукуяма, Грішнова О., Д'яченко Ю., Джеймс Коулман, Дороніна М., Загородній А., Заяць Н., Кроль В., Кузьмін А., Нечепуренко А., П'єр Бурдьє, Партін Г., Полив'ян Н. та інші.

Наявність розвиненого соціального капіталу сприяє формуванню позитивного психологічного клімату в колективі, зменшує внутрішні конфлікти, підвищує мотивацію працівників і підтримує інноваційні процеси. Високий рівень довіри між працівниками та керівництвом створює передумови для конструктивного діалогу та спільного прийняття рішень. Ефективна взаємодія всередині організації також позитивно впливає на відносини з зовнішніми стейкголдерами – бізнес-партнерами, клієнтами, місцевою громадою.

Соціальний капітал підприємства стає особливо актуальним в умовах нестабільності та соціальних викликів, коли традиційні економічні механізми управління втрачають ефективність. Він виконує інтегруючу функцію, поєднуючи індивідуальні інтереси в межах колективного добробуту, що забезпечує стійкість організації до кризових змін. У цьому контексті соціальний капітал слід розглядати не лише як фактор внутрішньої ефективності, а й як стратегічний ресурс, здатний формувати конкурентні переваги підприємства. Управління соціальним капіталом потребує системного аналітичного підходу, що враховує його роль у забезпеченні сталого розвитку та зростання організаційної ефективності.

Управлінські рішення в сучасних умовах розглядаються як багатовимірні дії, що мають комплексний вплив не лише на економічні результати, а й на соціальні процеси всередині підприємства. Традиційно акцент у процесі управління зосереджувався на досягненні фінансових цілей, однак практика засвідчує, що ігнорування соціальних аспектів веде до зниження ефективності організаційного розвитку. Кожне стратегічне чи тактичне управлінське рішення, від оптимізації структури до впровадження інновацій, викликає певні соціальні наслідки, які проявляються у зміні поведінки працівників, настроїв колективу та рівня соціального капіталу.

Одним із ключових наслідків є вплив на мотивацію персоналу, яка безпосередньо пов'язана з відчуттям безпеки, справедливості, причетності до прийняття рішень та визнання професійного внеску. Управлінські рішення, що не враховують ці чинники, можуть викликати демотивацію, зниження продуктивності праці та збільшення плинності кадрів.

Важливим об'єктом впливу є також корпоративна культура, яка формується в результаті послідовної управлінської політики щодо етичних норм, стилю керівництва, міжособистісної взаємодії та організаційних цінностей. Рішення, що суперечать задекларованим культурним установкам підприємства, призводять до зниження довіри, формалізації комунікацій та зростання соціального напруження.

Ще одним аспектом є імідж підприємства, який формується не лише зовнішніми PR-кампаніями, а й реальними соціальними практиками в середині

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

організації. Управлінські рішення, спрямовані на соціальну відповідальність, розвиток персоналу, дотримання трудових прав, підвищують привабливість роботодавця та сприяють формуванню позитивного бренду.

Крім того, соціальні наслідки управлінських рішень безпосередньо впливають на стійкість підприємства до змін, криз і зовнішніх викликів. Соціальна згуртованість, лояльність працівників і довіра до керівництва є критично важливими в умовах трансформаційних процесів, коли саме людський фактор визначає здатність організації до адаптації. Управлінські рішення мають бути комплексними за змістом, із урахуванням як економічних, так і соціальних наслідків, що визначають довготривалу ефективність та стабільність розвитку підприємства.

Попри визнання важливості соціального капіталу для ефективного функціонування підприємства, його кількісна оцінка та відображення у вартості залишаються складним методологічним завданням. На відміну від матеріальних активів, соціальний капітал не має чітко вираженої грошової оцінки та не підлягає безпосередньому бухгалтерському обліку. Традиційні бухгалтерські підходи, зорієнтовані на відображення об'єктивно вимірюваних і задокументованих ресурсів, не дозволяють повною мірою зафіксувати вартість таких нематеріальних елементів, як довіра, репутація, якість міжособистісних відносин або рівень організаційної згуртованості.

У цьому контексті соціальний капітал належить до інтелектуального капіталу підприємства та потребує альтернативних підходів до оцінювання — зокрема, використання систем індикаторів, експертних оцінок, опитувань працівників і соціометричних методів. Такі інструменти дають змогу опосередковано визначити рівень розвитку соціального капіталу та виявити зміни, що виникають під впливом управлінських рішень. Однак навіть за наявності інструментів вимірювання складно провести однозначне зіставлення результатів з економічною ефективністю в грошовому вимірі.

Тому соціальний капітал часто залишається "прихованим активом", вплив якого на фінансові результати стає помітним лише в середньо- та довгостроковій перспективі. Ця обставина ускладнює його інтеграцію в систему фінансового планування, бюджетування та облікової політики підприємства, хоча саме він часто є вирішальним чинником в умовах невизначеності, кризи або трансформаційних змін.

З огляду на це, існує нагальна потреба у розробці міждисциплінарних підходів, що поєднують управлінський облік, соціологічний аналіз і стратегічне планування, для цілісного аналізу ролі соціального капіталу у забезпеченні конкурентоспроможності підприємства.

Аналітичне забезпечення управління соціальним капіталом передбачає системне збирання, оброблення та інтерпретацію даних щодо стану соціальних ресурсів підприємства, їх динаміки та взаємозв'язку з управлінськими діями. Такий аналітичний супровід дозволяє керівництву приймати рішення, що не лише відповідають стратегічним цілям, а й мінімізують соціальні ризики та посилюють внутрішню згуртованість організації.

З огляду на складність і багатовимірність самого поняття соціального капіталу, оцінка його змін під впливом управлінських рішень вимагає

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

використання комплексу методичних підходів. Ідеться як про кількісні, так і про якісні методи, що дозволяють зафіксувати соціальні ефекти на різних рівнях управління — від стратегічного до операційного. На стратегічному рівні аналітика фокусується на глобальних тенденціях — зокрема, на зміні довіри до керівництва, корпоративної репутації, адаптивності персоналу. На тактичному й оперативному рівнях акцент зміщується на конкретні показники: плинність кадрів, результати внутрішніх опитувань, динаміку залученості працівників, частоту конфліктів тощо.

Для забезпечення об'єктивності оцінки необхідно розробити систему соціальних індикаторів, які б фіксували ключові аспекти розвитку соціального капіталу. До таких індикаторів можуть належати:

– рівень задоволеності працівників трудовими умовами;
– рівень довіри до керівництва;
– кількість і якість горизонтальних і вертикальних комунікацій;
– показники участі персоналу в колективних ініціативах;
– динаміка кадрового складу та рівень залучення до процесів управління.

Особливо важливим у методичному підході є забезпечення зворотного зв'язку, що дозволяє не лише оцінити наслідки вже ухвалених рішень, а й адаптувати майбутні управлінські кроки з урахуванням виявлених соціальних ефектів. Аналітика в цій сфері має бути не лише ретроспективною, а й прогностичною — тобто здатною передбачити можливі соціальні реакції на майбутні управлінські ініціативи.

У цьому контексті роль аналітичного забезпечення полягає в інтеграції соціального виміру в загальну систему стратегічного управління підприємством, що дозволяє підвищити якість управлінських рішень, зменшити опір змінам та сприяти формуванню сталого соціального середовища в організації. Ефективне управління соціальним капіталом неможливе без глибокого аналітичного підґрунтя, яке охоплює як оцінювання наслідків прийнятих рішень, так і розробку системи індикаторів для моніторингу соціального стану підприємства.

Методика оцінки соціальних наслідків управлінських рішень є важливою складовою процесу стратегічного аналізу, яка дозволяє підприємству своєчасно виявляти та реагувати на зміни в соціальному середовищі. На відміну від фінансових і операційних рішень, соціальні ефекти рідко мають миттєвий прояв, що вимагає глибокої аналітичної підготовки й чіткої логіки у побудові системи їх оцінювання.

Першим етапом методики є ідентифікація потенційних соціальних наслідків управлінських рішень, що передбачає виявлення сфер і категорій працівників, на які можуть вплинути ті чи інші управлінські дії. До потенційних ефектів належать як позитивні (зростання довіри, згуртованість колективу, підвищення мотивації), так і негативні (зростання тривожності, опір змінам, зниження залученості). На цьому етапі доцільно використовувати сценарний аналіз та експертні обговорення, які дозволяють передбачити найбільш вірогідні варіанти розвитку соціальної ситуації.

Наступний етап передбачає поєднання кількісних і якісних методів оцінювання. Кількісні методи забезпечують можливість фіксації динаміки

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

показників у вигляді чисел (наприклад, рівень плинності персоналу чи кількість внутрішніх конфліктів), тоді як якісні методи дозволяють глибше зрозуміти внутрішній зміст змін — через опитування, інтерв'ю, фокус-групи. Об'єднання двох підходів формує більш цілісну картину та дозволяє уникнути поверхневих висновків.

У рамках методики важливо передбачити використання соціометричних, експертних та статистичних методів, які сприяють підвищенню точності оцінок і розширенню об'єктивної бази для аналізу. Соціометричні дослідження дають змогу виявити неформальні структури впливу, рівень комунікативної інтеграції та характер міжособистісних зв'язків. Експертні методи, зокрема метод Делфі чи аналітичне оцінювання, дозволяють задіяти досвід фахівців у сфері HR, менеджменту, психології для прогнозування можливих соціальних результатів. Статистичні методи — кореляційний, регресійний аналіз — допомагають виявити залежності між управлінськими діями та соціальними показниками.

Особливу роль у методиці відіграє побудова системи соціальних індикаторів, яка слугує основою для регулярного моніторингу стану соціального середовища підприємства. Індикатори мають бути релевантними, динамічними та відображати як об'єктивні процеси (наприклад, коефіцієнт плинності кадрів, кількість днів лікарняних), так і суб'єктивне сприйняття працівників (рівень задоволеності, почуття справедливості, довіра до керівництва). Необхідно також забезпечити можливість порівняння цих індикаторів у динаміці, що дає змогу виявляти тенденції та прогнозувати майбутні зміни.

Розглянемо на прикладі туристичного підприємства прийняття управлінського рішення щодо переходу на гібридну модель роботи (поєднання дистанційної та офісної праці) для персоналу з метою оптимізації витрат та адаптації до змін попиту; та оцінимо за пропонованою методикою соціальні наслідки даного рішення.

Методика оцінки соціальних наслідків управлінського рішення реалізується в ході наступних етапів:

Етап 1. Ідентифікація потенційних соціальних наслідків. Його метою є визначення, які саме соціальні ефекти може викликати управлінське рішення. При цьому доцільно скористатися інструментами SWOT-аналізу соціального середовища, експертним опитуванням керівників підрозділів тощо. Потенційні наслідки даного рішення представлені на рисунку 1.

Позитивні	Негативні
– зменшення стресу через гнучкий графік; – покращення балансу «робота-життя»; – підвищення задоволеності молодих співробітників.	– відчуття ізоляції серед працівників; – погіршення командної взаємодії; – зниження залученості старших працівників; – ризик нерівномірного навантаження.

Рис. 1. Приклади потенційних наслідків управлінського рішення

Етап 2. Формування системи соціальних індикаторів, що передбачає визначення, що саме буде вимірюватися для оцінки змін. В таблиці 1 запропоновано перелік індикаторів для управлінського рішення, що розглядається.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Таблиця 1

Соціальні індикатори щодо оцінки наслідків управлінського рішення переходу на гібридну модель роботи в організації

Напрям	Індикатор	Джерело даних
Задоволеність роботою	Частка задоволених працівників (%)	Анкета опитування
Взаємодія в колективі	Частота внутрішніх комунікацій	CRM, внутрішня статистика
Плинність кадрів	Кількість звільнень за квартал	HR-аналітика
Рівень залученості	Частка працівників, що беруть участь у проєктах	Звіти відділів
Стрес та емоційний стан	Рівень психологічного напруження (самооцінка)	Анонімне опитування

Етап 3. Збір даних, зокрема отримання базових та контрольних значень індикаторів. Для цього можуть бути рекомендовані наступні методи збору інформації: онлайн-анкетування (до та після впровадження рішення); фокус-групи з різними категоріями працівників; аналіз HR-звітності; моніторинг цифрової активності (у робочих каналах, Zoom, корпоративному чаті тощо).

Етап 4. Кількісна та якісна оцінка змін, яка дає можливість проаналізувати, як вплинуло на соціальне середовище впровадження рішення.

Серед методів, які варто використати на даному етапі, необхідно відмітити:

– порівняльний аналіз значень індикаторів «до» і «після»;

– кореляційний аналіз між гнучкістю графіка і рівнем залученості;

– контент-аналіз відкритих відповідей з анкет (емоційна тональність, частота згадок про ізоляцію, підтримку тощо).

Етап 5. Інтерпретація результатів і прийняття рішення. Для розглянутого прикладу можуть бути зроблені наступні висновки: якщо залученість зростає, але відчуття ізоляції теж – варто запровадити регулярні командні зустрічі оф-лайн; або якщо плинність кадрів знижується, але задоволеність не змінюється – потрібно оновити комунікаційні формати або розширити підтримку HR.

Етап 6. Зворотній зв'язок та коригування політики. В межах прикладу, на даному етапі необхідно використати отримані результати для вдосконалення управлінської практики в організації шляхом обговорення результатів із колективом; перегляду регламентів щодо віддаленої роботи; адаптації системи мотивації до нових умов.

До переваг застосування даної методики для туристичного підприємства можемо віднести орієнтацію на людський капітал як головну конкурентну перевагу в сервісному бізнесі, своєчасне виявлення внутрішніх ризиків у команді, підвищення прозорості управлінських дій для працівників.

Таким чином, ефективна методика оцінювання соціальних наслідків управлінських рішень повинна поєднувати стратегічний підхід до прогнозування, мультиінструментальний аналітичний арсенал і гнучку систему соціальних індикаторів. Її впровадження дозволяє не лише оцінити ефективність управлінських дій у соціальному вимірі, а й підвищити якість управління людськими ресурсами та рівень організаційної зрілості підприємства.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Список використаних джерел:

[1] Базалійська Н. (2022). Моделювання оцінювання соціального капіталу як сучасної HR-технології соціального розвитку підприємства. Scientific journal "MODELING THE DEVELOPMENT OF THE ECONOMIC SYSTEMS ". URL: https://doi.org/10.31891/mdes/2022-4-9

[2] Бойко М.М. (2014). Соціальний капітал як чинник конкурентоспроможності підприємств сфери послуг. Теоретичні та прикладні питання економіки. № 1. С. 486–495. URL: http://www.tppe.econom.univ.kiev.ua/data/2014_28_2/zb28_2_43.pdf

[3] Кроль В.В. (2018). Концептуальні засади аналізу соціального капіталу. Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Економічні науки. 2018. Вип. 2. С. 110–116. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vnuvgp_ekon_2018_2_14

[4] Кроль В.В. (2021). Концепція управління соціальним капіталом підприємства в контексті забезпечення його конкурентоспроможності. Економіка та суспільство. Випуск № 31. https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-31-52

[5] Немешкало К.Р. (2016). Методичні підходи до оцінювання соціального капіталу підприємства URL: https://repository.hneu.edu.ua/bitstream/123456789/13127/1/Nemashkalo.pdf

[6] Партин Г.О., Загородній А.Г., Заяць Н.І. (2019). Соціально-репутаційний капітал підприємства: сутність, складові, оцінювання. Вісник аграрної науки Причорномор'я. Вип.1. DOI: 10.31521/2313-092X/2019-1(101)-2

METHODOLOGY OF ASSESSMENT OF SOCIAL CONSEQUENCES OF MANAGERIAL DECISIONS AS A COMPONENT OF ANALYTICAL SUPPORT FOR MANAGEMENT OF SOCIAL CAPITAL OF AN ENTERPRISE

Perchuk O. V.
PhD in Economics,
Associate Professor of the Department of Accounting, Taxation and business management
Hryhorii Skovoroda University of Pereiaslav, Ukraine
Vovchenko R.S.
PhD in Economics,
Lecturer at the Department of Accounting, Taxation and Business Management
Hryhorii Skovoroda University of Pereiaslav, Ukraine
Lishchenko D. P.
postgraduate student
Hryhorii Skovoroda University of Pereiaslav, Ukraine

Summary. *The article considers the methodology for assessing the social consequences of managerial decisions as a key element of analytical support for managing the social capital of an enterprise. The importance of taking into account social effects in the process of making managerial decisions to achieve long-term efficiency and sustainability of business is substantiated. The stages of a methodological approach to assessing social impacts are proposed, including identification of social effects, development of a system of indicators, application of quantitative and qualitative methods of analysis, as well as feedback for adaptation of management actions. The role of social analytics in improving the quality of management and building trust among stakeholders is determined.*

Keywords: *social capital, management decisions, social consequences, analytical support, assessment methodology, indicators, enterprise management.*

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.010

МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ ЛІСОГОСПОДАРСЬКИМ ПІДПРИЄМСТВОМ

Петрученко Роман Михайлович
аспірант, заклад вищої освіти
«Університет «Україна», Україна

Анотація. *В статті представлено низку методів і методик оцінювання ефективності системи управління підприємством, спрямованих на вдосконалення вказаної системи, визначення ключових елементів, що формують систему управління та безпосередньо впливають на її результативність.*

Відомо, що загального поширення набуло визначення ефективності управління через показники ефективності діяльності підприємства загалом. Водночас використання таких показників для оцінювання ефективності системи управління не дозволяє чітко окреслити напрями її вдосконалення.

Згруповано існуючі методологічні підходи і методичні рекомендації до оцінювання ефективності управління на дві групи: комплексні методи (переважно експертні), які застосовуються для всебічної оцінки системи управління, та поелементні методи, що використовуються для аналізу окремих складових системи, таких як організаційна структура або потенціал кадрів. Зважаючи на необхідність виявлення напрямів удосконалення системи управління, найбільш ефективним є застосування саме поелементних методів.

Встановлено, що в межах системного підходу до управління всі наявні методики оцінювання можна поділити на три загальні категорії: селективний, комплексний та фрагментарний підходи. Селективний передбачає аналіз ефективності управління крізь призму одного конкретного елемента системи; комплексний - через оцінку сукупності всіх її складових; фрагментарний - шляхом розгляду окремих аспектів або компонентів управління, які не входять у структуру системи.

В статті узагальнено методику діагностики ефективності управління лісогосподарськими підприємствами, яка зосереджується на трьох основних напрямах (видах), що містять перелік необхідних показників для оцінювання визначених аспектів ефективності.

Ключові слова*: ефективність; система управління; результативність; лісогосподарське підприємство; оцінка.*

Актуальність дослідження. Ефективність управління є багатогранним поняттям, що охоплює економічну, організаційну та соціальну складові у тісному взаємозв'язку. Економічна ефективність оцінюється за показниками, які відображають результати господарської діяльності, такі як прибуток, рентабельність, а також ефективність функціонування системи менеджменту.

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Організаційний компонент характеризує особливості організаційної структури, якість управлінських рішень та здатність адаптуватися до змін. Соціальна ефективність, у свою чергу, включає покращення умов праці, зростання соціальної активності колективу та формування сприятливого соціально-психологічного клімату.

Постановка проблеми. Процес оцінювання ефективності управління породжує проблему вибору найбільш оптимального методу, який має забезпечити точність діагностики. У різних джерелах пропонуються різноманітні методологічні підходи, серед яких метод угрупувань, методи порівняння, матричний метод, математична статистика, факторний аналіз тощо. Існують різні підходи до оцінювання ефективності управління, які можуть бути як схожими між собою, так і абсолютно різними. Причиною різноманітності таких підходів є те, що управління тісно взаємозалежне з унікальними економічними та соціальними процесами, які відбуваються на підприємстві.

Аналіз останніх досліджень. Наукові підходи до визначення ефективності управління підприємством досить різноманітні. Її варто розглядати як результативність функціонування управлінської системи та процесів, а також як інтерактивний результат взаємодії керуючої й керованої підсистем. Серед дослідників визначеної проблематики варто відмітити таких вчених як Л.М. Ачкасову, Г.О. Селезньову, І.Я. Іпполітову, І.В. Бондаренко, Л.М. Христенка, В.І. Борща, Кравчик Ю.В. та інших. В їх доробках визначено основні методологічні та методичні підходи до оцінки ефективності системи управління організаціями. В той же час, відсутні в науковій літературі дослідження методики оцінювання підприємств лісогосподарської галузі, що потрібно ґрунтовно вивчати та аналізувати.

Мета дослідження – узагальнити методологічні та методичні підходи до оцінки ефективності системи управління організаціями, а також обґрунтувати методичні рекомендації щодо діагностики рівня ефективності лісогосподарських підприємств.

Виклад основного матеріалу. Наукові підходи до визначення ефективності управління підприємством досить різноманітні. О.М. Сищикова визначає ефективність управління як співвідношення витрат на управління та їхньої результативності й економічності [7]. Л.М. Ачкасова наголошує, що ефективність управління проявляється через результативність діяльності конкретної керуючої системи, що знаходить відображення в різноманітних показниках об'єкта управління та суб'єкта управлінської діяльності. Ці показники здебільшого мають кількісну природу [1]. І.В. Бондаренко підкреслює, що загальна ефективність управління підприємством формується через ефективне управління окремими функціональними підсистемами, такими як маркетинг, людські та фінансові ресурси, виробництво, логістика тощо. Однак значний вплив на кінцеві результати має здатність збалансувати управління всіма аспектами діяльності та підсистемами на рівні топ-менеджменту [7].

В.І. Борщ [2] у своїх дослідженнях аналітичного інструментарію для оцінювання ефективності систем управління виділив три основні групи методів: евристичні, розрахункові та комбіновані. Найповніше об'єкт дослідження охоплюють комбіновані методи, які поєднують як якісні, так і

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

кількісні підходи. Вони дозволяють аналізувати систему управління з різних перспектив: математично-статистичної, фінансово-економічної, виробничої, соціальної, а також з точки зору економічної та соціальної результативності.

З іншого аспекту, запропоновані методи та підходи можна умовно поділити на дві основні групи: комплексні та елементні. Перші мають за мету оцінювання цілісної системи управління (особливо через експертні методи), тоді як другі фокусуються на аналізі окремих складових управлінської системи, таких як раціональність побудови організаційної структури чи ефективність управлінського персоналу.

Враховуючи визначення управління підприємством з позиції системного підходу, усі наведені способи оцінювання ефективності управління варто об'єднати в три узагальнені групи [2]: селективний, комплексний та фрагментарний підходи. Селективний підхід зосереджується на оцінюванні ефективності через один елемент системи управління. Він охоплює такі напрямки як ефективність виробництва, економічну ефективність, витрати на управління та продуктивність управлінської праці. Комплексний підхід передбачає ширше охоплення, включаючи оцінювання результатів роботи, ефективність використання трудових ресурсів, системних ресурсів та загальні показники діяльності управлінської системи. Крім того, у рамках цього підходу враховується балансування інтересів внутрішніх і зовнішніх стейкхолдерів.

Фрагментарний підхід ґрунтується на оцінці окремих аспектів управління, які не обов'язково належать до елементів системи управління. До його складу входять методи оцінювання ефективності управлінських рішень, удосконалення процесів управління та оцінка вартості бізнесу. Окремо слід зазначити, що ефективність управління підприємством розглядається як відносна характеристика його результативності. Оскільки результативність визначається ступенем реалізації цілей підприємства, перші два підходи до оцінювання ефективності управління безпосередньо використовують цей критерій. Таким чином, оцінка ступеня досягнення цілей є складовою як селективного, так і комплексного підходу до аналізу ефективності управління.

Управлінська праця належить до найскладніших видів людської діяльності, і її оцінка часто не може здійснюватися прямим шляхом через відсутність формалізованих результатів або кількісних показників окремих видів виконуваної роботи. Саме тому для визначення її ефективності здебільшого використовуються непрямі методи [5].

У практиці оцінки управлінської діяльності доцільно комбінувати різні підходи, оскільки жоден з них не є абсолютно переважаючим. Більше того, поєднання цих підходів сприяє підвищенню достовірності отриманих результатів [4]. На сьогоднішній день не існує єдиного показника чи універсального методу для визначення ефективності управління. Водночас у роботах науковців пропонуються різноманітні показники для оцінювання окремих аспектів управління підприємством, які систематизовано нижче [6]:

1. Раціональне функціонування організаційної структури управління.
2. Організація процесу управління.
3. Соціально-економічний аспект управління.
4. Управлінські рішення.

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Виходячи з цього, пропонується методика діагностики ефективності управління лісогосподарськими підприємствами. Вона спрямована на аналіз трьох ключових напрямів із використанням показників, які дозволяють оцінити відповідний вид ефективності.

Розглянемо вказані напрями більш детально [3]:

1. Організаційно-виробнича ефективність, яка характеризує результати управлінської системи від діяльності, спрямованої на випуск продукції лісового господарства. Вона є ключовим фактором для забезпечення стабільних фінансових показників. Організаційний компонент цієї системи полягає у раціональному використанні матеріальних ресурсів, у тому числі основних засобів підприємства, з урахуванням усіх витрат на виробництво продукції. Таким чином, оцінка ефективності управління з точки зору організації виробничого процесу базується на врахуванні низки основних показників, що відображають його діяльність, зокрема:

- коефіцієнт зростання обсягу продукції;
- коефіцієнт зростання рентабельності основних засобів;
- коефіцієнт зростання рентабельності продукції;
- коефіцієнт зростання рентабельності продажів.

2. Соціально-економічна ефективність, що дозволяє визначити рівень управління трудовими ресурсами та оцінити соціальні аспекти, які безпосередньо впливають на продуктивність праці. Оцінити соціально-економічну ефективність управління можна за такими показниками:

- приріст коефіцієнта продуктивності праці;
- приріст коефіцієнта прибутку на одного працівника;
- зростання коефіцієнта середньомісячної заробітної плати;
- коефіцієнт рентабельності праці;
- приріст продуктивності адміністративно-управлінського персоналу.

3. Інвестиційна ефективність визначає розвиток лісогосподарських підприємств завдяки державній підтримці та залученню внутрішніх чи зовнішніх інвестицій. Такі вкладення спрямовуються на модернізацію технічного забезпечення, придбання енергоефективного обладнання та розвиток підприємства в цілому. Оцінювання інвестиційної ефективності проводиться за такими показниками:

- приріст коефіцієнта обсягу інвестицій (включаючи державні);
- коефіцієнт рентабельності витрат на інновації;
- зростання прибутку на кожну 1 гривню інвестицій;
- підвищення обсягу випуску продукції на 1 гривню інвестицій;
- приріст витрат на науково-дослідні роботи та підвищення кваліфікації персоналу.

Для оцінки ефективності управління за окремим напрямом у запропонованій методиці застосовується послідовний аналіз зібраної інформації, який вимагає виконання таких етапів:

1) визначення особливостей аналізованих критеріїв;

2) виділення найбільш значущих аспектів кожного критерію;

3) обробка результатів шляхом їх угруповання та порівняння отриманих даних;

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

4) формулювання рекомендацій, спрямованих на покращення критеріїв ефективності.

Оцінка управлінської ефективності повинна проводитися як поетапно за кожним окремим напрямом, так і в сукупності через інтегральні показники, що дозволяють оцінити причинно-наслідкові зв'язки при формуванні кінцевих результатів.

Вказаний алгоритм аналізу дозволяє всебічно охопити досліджувані аспекти, забезпечуючи виявлення взаємозв'язків між окремими показниками. Метою такого підходу є розробка управлінських рішень, спрямованих на досягнення стратегічних завдань сталого розвитку лісогосподарських підприємств; оптимальне використання ресурсів на основі обробленої аналітичної інформації; а також підвищення мотивації управлінського персоналу, який бере участь у процесі оцінювання ефективності.

Висновки. Узагальнено основні методологічні підходи до оцінювання ефективності управління: комплексні методи (переважно експертні), які застосовуються для комплексної оцінки системи управління, та поелементні методи, що використовуються для аналізу окремих складових системи, таких як організаційна структура або потенціал кадрів. Зважаючи на необхідність виявлення напрямів удосконалення системи управління, найбільш ефективним є застосування саме поелементних методів.

У межах системного підходу до управління всі наявні методики оцінювання можна поділити на три загальні категорії: селективний, комплексний та фрагментарний підходи. Селективний передбачає аналіз ефективності управління крізь призму одного конкретного елемента системи; комплексний - через оцінку сукупності всіх її складових; фрагментарний - шляхом розгляду окремих аспектів або компонентів управління, які не входять у структуру системи.

Узагальнено методику діагностики ефективності управління лісогосподарськими підприємствами, яка зосереджується на трьох основних напрямах (видах), що містять перелік необхідних показників для оцінювання визначених аспектів ефективності.

Список використаних джерел:

[1] Ачкасова, Л.М. (2016). Експрес-оцінка ефективності управління підприємством. Економіка транспортного комплексу, 28, 108–117. http://nbuv.gov.ua/UJRN/ektk_2016_28_11.

[2] Борщ, В. І. (2012). Аналітичний інструментарій оцінки ефективності систем управління підприємством в інноваційній економіці. Праці Одеського політехнічного університету, 2 (39), 318–325. URL: http://pratsi.opu.ua/app/webroot/articles/1364640463.pdf

[3] Кравчик Ю.В., Польова Н.М., Каткова Т.І. (2022). Діагностика ефективності системи управління організацією. Innovation and Sustainability, 3, 87-94. https://inns.vn.ua/web/uploads/pdf/Kravchyk%20et%20al..pdf

[4] Лизньова, А. Ю., Кочеткова, Ю.Ю. (2013). Оцінювання ефективності організаційної структури управління виробничого підприємства Економіка і менеджмент - 2013: перспективи інтеграції та інноваційного розвитку, Том 4. URL:http://confcontact.com/2014_04_25_ekonomika_i_menedgment/tom4/28_Lyznova.htm

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[5] Осовська, Г. В. (2003). Основи менеджменту. «Кондор».
[6] Проненко, Т. Є. (2016). Ефективність прийняття й оцінки управлінських рішень у системі менеджменту. Агросвіт. 10. 53-55. http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrosvit_2016_10_9
[7] Селезньова, Г.О. Іпполітова, І.Я. (2020). Ефективність системи управління підприємством. Інфраструктура ринку, 39, 238-244. http://nbuv.gov.ua/UJRN/ifrctr_2020_39_41

METHODOLOGICAL APPROACHES TO ASSESSING THE EFFICIENCY OF A FORESTRY ENTERPRISE

Roman Petruchenko
postgraduate student
Higher Educational Institution "University "Ukraine", Ukraine

Summary. *The article presents a number of methods and techniques for assessing the effectiveness of the enterprise management system, aimed at improving this system, it is necessary to determine the key elements that form the management system and directly affect its effectiveness.*
It is determined that the definition of management effectiveness through indicators of the effectiveness of the enterprise as a whole has become widespread. At the same time, the use of such indicators to assess the effectiveness of the management system does not allow us to clearly determine the directions of its improvement.
Existing methodological approaches and methodological recommendations for assessing management effectiveness are grouped into two groups: complex methods (mainly expert), which are used for a comprehensive assessment of the management system, and element-by-element methods, which are used to analyze individual components of the system, such as organizational structure or personnel potential. Given the need to identify areas for improving the management system, the most effective is the use of element-by-element methods.
It has been established that within the framework of a systemic approach to management, all existing assessment methods can be divided into three general categories: selective, comprehensive and fragmentary approaches. Selective involves the analysis of management efficiency through the prism of one specific element of the system; comprehensive - through the assessment of the totality of all its components; fragmentary - by considering individual aspects or components of management that are not included in the structure of the system.
The article summarizes the methodology for diagnosing the effectiveness of management of forestry enterprises, which focuses on three main areas (types) containing a list of necessary indicators for assessing certain aspects of efficiency.
Keywords: *efficiency; management system; effectiveness; forestry enterprise; assessment*

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.011

ОСНОВНІ ТЕНДЕНЦІЇ І СУПЕРЕЧНОСТІ СТРАТЕГУВАННЯ РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВ

Ястремська Олеся Олександрівна
канд. екон. наук, доцент,
доцент кафедри менеджменту, бізнесу і адміністрування
Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця, Україна

Анотація. *У статті досліджено основні тенденції трансформації економічних відносин, які доцільно враховувати в процесі стратегування розвитку підприємств. Виділено переважну тенденцію – цифрову трансформацію, розкрито її основні складові у зовнішньому і внутрішньому середовищах підприємств. Уточнено визначення розвитку та інноваційного розвитку підприємств, удосконалено класифікацію видів інноваційного розвитку підприємств як його переважного виду в сучасних умовах стратегування. Розкрито основні суперечності розвитку, вирішення яких забезпечить успішність стратегування підприємств.*

Ключові слова: *цифрова трансформація; розвиток; інноваційний розвиток; види інноваційного розвитку; стратегування розвитку, підприємство.*

Постановка проблеми. В сучасних реаліях для забезпечення розвитку підприємствам необхідно здійснювати стратегування як складний процес стратегічного мислення та розроблення унікальних траєкторій життєдіяльності. Для цього необхідно враховувати особливості зовнішнього оточення і внутрішнього середовища та прагнути не просто зростати за обсягами капіталу, випуску продукції та надання послуг, питомою вагою ринку, а здійснювати якісні зміни у відповідності з основними трендами світових економічних відносин. Тому доцільно акцентувати увагу на основних тенденціях, які супроводжують трансформацію економічних моделей розвитку та умовах, що її (трансформацію) забезпечують. Ці обставити зумовлюють актуальність досліджуваної проблеми стратегування розвитку підприємств.

Аналіз досліджень та публікацій. Фундаторами стратегування є такі відомі вчені. Вперше поняття стратегування у теорію управління ввів лауреат Нобелівської премії з економіки Williamson O.E. [7], який розглядав стратегування як все, що пов'язано з процесом розробки та реалізації стратегії. Mathews J. [5] під стратегуванням розумів маневрування підприємств у позиціонуванні і диференціюванні їх одне від одного для пошуку конкурентної переваги одне над одним в умовах порушення рівноваги. Bower J.L. [3] і Burgelman R.A. [4] розглядали стратегування як послідовні дії менеджерів на

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

різних рівнях підприємств щодо формування і впровадження стратегій. Сучасні дослідники, такі як Шевченко Л.С. [2], більше уваги приділяють умовам, в яких здійснюється стратегування, і які характеризують його особливості. Ситник Н.С. та Шушкова Ю.В. [1] слушно відзначають, що під час стратегування перш за все слід провести глибокий аналіз внутрішнього і зовнішнього середовищ підприємств, основних тенденцій зміни економічних відносин, які зумовлюють спрямованість його розвитку. Таким чином, доцільно зупинитися на тих тенденціях, які обґрунтовують необхідність здійснення стратегування з позицій розвитку суб'єктів, тобто підприємств, що зумовлює мету даної статті.

Метою статті є визначення основних тенденцій і суперечностей, які забезпечують стратегування розвитку підприємств з урахуванням сучасних реалій перебігу економічних відносин.

Виклад основного матеріалу. Основними визнаними науковою світовою спільнотою і провідними практикуючими менеджерами сучасними тенденціями трансформації економічних відносин є:

– цифровізація (діджиталізація) та виникнення нових інструментів, засобів, методів, технологій використання інформації, систем оброблення інтелектуальних даних;

– соціалізація суспільних відносин, прагнення людства до покращення ореолів свого проживання та використання ресурсів для забезпечення здорового способу життя і власного розвитку;

– увага до змін клімату та існування екологічних проблем, що створюють загрозу існуванню людства і забезпеченню комфортності життя та якості розвитку;

– економія всіх видів матеріальних, фінансових та інформаційно-інтелектуальних ресурсів для їх раціонального використання і збагачення населення, створення замкнутих циклів оброблення ресурсів, їх охорона для нащадків;

– створення нових видів продуктів як результату генетичних дослідів та розвитку генетики;

– конс'юмерізація, яка сприяє прагненню до отримання нових емоційних та раціональних задоволень від використання можливостей продукції, послуг, технологій, креативних об'єктів, подорожей, споживання результатів функціонування культурних індустрій, що ґрунтуються на враженнях.

Розглядаючи наведені тенденції зміни економічних відносин, які необхідно враховувати в процесі стратегування, доречно зупинитися на першій – цифровій трансформації, як найбільш розповсюдженій і важливій. Щодо зовнішнього середовища підприємств, колективом науковців, до складу якого входила авторка даної статті [6], було доведено, що основними складовими цифрової трансформації зовнішнього середовища підприємств, що сприятимуть стратегуванню в цілому та стратегічному інноваційному розвитку підприємств зокрема є такі:

– поширення державних послуг, що здатні формувати нові враження про раціональні можливості підприємств та їх зростання за підтримки органів державного управління і місцевого самоврядування в процесі відбудови економічних відносин;

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

– бізнес-діяльність підприємств як осередків відновлення економіки, приваблення стейкхолдерів за рахунок формування у них позитивного образу підприємств як точок формування зон зростання бізнесу, що сприятиме поширенню позитивних раціональних вражень про їх можливості та залученню кваліфікованих працівників для виробництва інноваційної продукції;

– відбудова інфраструктури, в тому числі й інформаційної, цифрової для поширення й надання інформаційних послуг, що сприятиме посиленню вражень від емоційної складової стратегування;

– відновлення психічного здоров'я працівників, особливо на прифронтових та фронтових територіях, населення в цілому для забезпечення розвитку людського капіталу, підвищення якості життя, якості трудового життя, результатом чого буде зростання продуктивності праці і на цій основі підвищення рівня загального добробуту, що необхідно враховувати при стратегуванні розвитку підприємств за емоційною складовою;

– соціальна згуртованість, забезпеченню якій сприяє розширення кола користувачів інформаційних і соціальних мереж, що впливає на підприємства IT індустрій, їх атрактивность, репутацію, і, відповідно, на вибір стратегій розвитку підприємств певних територіальних громад. В цьому разі йдеться про раціональні та емоційні враження з перевагою останніх.

Кожна з цих складових відіграє унікальну роль у відродженні економічних відносин на всіх таксономічних рівнях, і особливо підприємств, що доцільно враховувати в процесі стратегування їх розвитку.

Відносно внутрішнього середовища підприємств, цифрова трансформація поступово перейшла від автоматизації окремих функціональних сфер діяльності підприємств, таких як бухгалтерський облік, управління кадрами та окремими виробничими процесами, до он-лайн управління банківськими рахунками підприємств, оофіційними веб-сайтами підприємств, онлайн-магазинами. Після першого десятиліття двадцять першого сторіччя розповсюдились у бізнесовій діяльності CRM технологія автоматизованого управління взаємовідносинами з клієнтами, ERP інтегровані системи управління бізнес-процесам., які більш активно почали впливати на формування емоційних та раціональних вражень стейкхолдерів , а підприємства – враховувати їх в процесі стратегування розвитку. Особливостями цифрової трансформації у внутрішньому середовищі підприємств в умовах сьогодення є акаунти у соціальних мережах, дистанційний доступ працівників для здійснення бізнес-процесів, хмарні технології з розміщення та обслуговування офісного програмного забезпечення і баз даних, SEO технології оптимізації контенту, технології таргетування – поглибленого фокусування реклами у соціальних мережах, чат-боти, інтелектуальне управління за допомогою штучного інтелекту (ШІ), Big Data Analytics, 5G, блокчейн, Інтернету речей, цифрових платформ.

Новітнім інструментом цифрової трансформації особливо у внутрішньому середовища є ШІ, який доцільно використовувати в процесі стратегування. ШІ має як переваги, такі як створення більш широких аналітичних можливостей для підвищення точності прогнозування, пошуку інформації, визначення основних трендів змін факторів для формування стратегій, так і складнощі у

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

використанні, пов'язані з недостатньою наявністю у персоналу цифрових компетентностей, доброчесністю, етичністю, безпекою використання, необхідністю розроблення чітких методик застосування, особливо у стратегуванні – складному процесі формування і вибору стратегій, розроблення стратегічних планів.

Підприємствам вигідно застосовувати ШІ для аналізу великих даних, оброблення даних опитування споживачів і партнерів, фокус-груп, тобто при використанні експертних методів, які традиційно застосовуються при формуванні місії, візії, декомпозиції цілей, аналізі результатів формування вражень від бренду підприємства. Для вибору управлінських рішень про критеріальні показники, вибір стратегій, ШІ є корисним як аналог систем підтримки управлінських рішень. Для коригування стратегій, моніторингу цифрових компетентностей персоналу ШІ може бути доречний в інтелектуальних платформах стратегічного моніторингу. Використання ШІ платформ командної взаємодії доцільно для організації командної роботи при використанні гнучких Agile технологій. В разі перевірки сценаріїв стратегій у реальному режимі часу ШІ підвищить адаптивність результатів стратегування.

Проте використання ШІ пов'язано з певними викликами щодо відсутності алгоритмічної прозорості, необхідності постійного глибокого контролю результатів, можливості кіберзалежності та необхідності кіберзахищеності технологій, проблемами етичного характеру використання результатів ШІ. Тому, основними напрямами інтеграції ШІ у стратегування є такі:

– набуття і розширення цифрових компетентностей працівників підприємств, і менеджерів стратегічного рівня насамперед, використання цифрового та Agile коучингів, підвищення кваліфікації на постійній основі;

– переважання досвіду і компетентностей стратегічних менеджерів, для яких ШІ повинен стати тільки аналітичним чи дорадчим інструментом, а остаточне ухвалення рішень повинно залишатися на менеджерами і власниками;

– постійний моніторинг пропозицій ШІ щодо доброчесності та етики, відсутності логічних відхилень та корисності для інших суб'єктів ринку;

– розроблення пропозицій з формування гібридних команд, де ШІ буде виконувати інформативні і дорадчі функції;

– дотримання кібербезпеки і прозорості використовуваних ШІ-технологій з метою його контролю;

– сприяння формуванню позитивних вражень у стейкхолдерів про підприємство для формування і вибору стратегій розвитку за допомогою ШІ в процесі стратегування.

Тенденція цифрової трансформації сприяє розвитку підприємств у цілому та інноваційному розвитку зокрема. Тому важливо уточнити ці основні поняття. Так, під розвитком авторка розуміє те, що розвиток є цілеспрямованим процесом кількісно-якісних змін стану об'єкта (в даному разі підприємства) у стратегічній перспективі, що дозволяє вирішити існуючі суперечності, які виникають при співставленні результатів його життєдіяльності з уявленнями про реальні можливості й потенційні досягнення. Запропоноване визначення поняття розвитку враховує філософську теорію діалектики, пояснює рушійні

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

сили, мету, природу, термін і спрямованість траєкторії зміни стану об'єкта, Повнота запропонованого поняття розвитку проявляється в процесі стратегування. Розглядаючи види розвитку, найбільш перспективним з них (сталий, стійкий, інноваційний) доцільно розглядати інноваційний, який забезпечує кількісно-якісні перетворення в рамках стратегій підприємств з найбільшими результатами. Тому інноваційний розвиток характеризує вирішення явних і латентних суперечностей, на основі здійснення якісних змін в економічній системі, завдяки накопиченню кількісних перетворень у її складових та /або факторах інноваційних процесів, інтелектуальній власності, новітній продукції та технологіях.

Щодо різновидів інноваційного розвитку підприємств, які використовуються для стратегування, доцільно враховувати і використовувати ті, що уточнені за теоретично обґрунтованими і практично значущими додатковими ознаками, особливість яких полягає в урахуванні сучасних реалій економічних відносин: за рушійними силами перебігу: економічний (раціональний за атрактивністю), соціальний (емоційний за репутацією), міксований за першопричиною (раціонально-емоційний, емоційно-раціональний); за спрямованістю змін: прогресивний (конструктивний), регресивний (деструктивний); коливальний або балансований (без сформованої стійкої тенденції спрямованості змін протягом не менше трьох досліджуваних періодів).

Оскільки підґрунтям розвитку підприємств є суперечності, доцільно розкрити їх в контексті стратегування:

– існуючі можливості, які зумовлюють основні тенденції розвитку світових та національних економічних відносин, та ступінь їх використання у процесі життєдіяльності і розвитку вітчизняних підприємств (щодо трансформації економічних моделей, діджиталізації діяльності, використання віртуального простору і соціальних мереж, впливу моделей брендів на свідомість стейкхолдерів);

– неврахування функціональної залежності впливу факторів зовнішнього середовища підприємства на функціональну залежність дії і використання його внутрішніх факторів, а також їх зворотного взаємозв'язку для виявлення найбільш чутливих факторів обох середовищ в процесі ухвалення обґрунтованих управлінських рішень про розвиток підприємства та формування його стратегій;

– невідповідність можливостей підприємства з використання економічних ресурсів та необхідності активізації інноваційних та інвестиційних процесів, що стримує атрактивність підприємства;

– невідповідність результатів використання економічних результатів життєдіяльності підприємства та очікувань і довіри стейкхолдерів про його здобутки і можливості, які формують репутацію підприємства;

– невідповідність існуючих стратегічних резервів і розривів економічних (раціональних) та репутаціних (емоційних) показників для забезпечення атрактивності та репутації підприємства його стратегічним планам, сформованим для реалізації обґрунтованих й обраних стратегій;

– неврахування раціональних та емоційних уявлень (вражень) про підприємство видам та методам підготовки проведення переговорів;

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

– невідповідність організаційних форм співробітництва фахівців в процесі розроблення стратегій існуючим гнучким технологіям управління цим процесом.

Вирішення виділених суперечностей забезпечує успішність стратегування розвитку підприємств, їх доцільно розглядати як підґрунтя парадигми і методології стратегування розвитку підприємств в сучасних реаліях функціонування економічних відносин.

Висновки та пропозиції. Стратегування є складним процесом стратегічного мислення щодо формування стратегій, їх вибору і підготовки планів реалізації стратегій підприємств. Перебіг стратегування повинен враховувати такі основні тенденції зміни економічних відносин як цифрова трансформація, соціалізація суспільних відносин, використання ресурсів для забезпечення здорового способу життя і власного розвитку; зміна клімату та існування екологічних проблем, економія всіх видів матеріальних, фінансових та інформаційно-інтелектуальних ресурсів для їх раціонального використання; створення нових видів продуктів як результату генетичних дослідів та розвитку генетики; конс'юмерізація. Щодо цифрової трансформації, у зовнішньому середовищі це поширення державних послуг; бізнес-діяльність підприємств як осередків відновлення економіки, відбудова інфраструктури, в тому числі й інформаційної, цифрової для поширення й надання інформаційних послуг; відновлення психічного здоров'я працівників, особливо на прифронтових та фронтових територіях; соціальна згуртованість населення. Цифрова трансформація внутрішнього середовища підприємств характеризується використанням акаунтів у соціальних мережах, дистанційним доступом працівників для здійснення бізнес-процесів, використанням хмарні технологій чат-ботів, інтелектуальним управлінням за допомогою ШІ, Big Data Analytics, 5G, блокчейн, Інтернету речей, цифрових платформ. Цифрова трансформація у стратегуванні забезпечує інноваційний розвиток підприємств. В статті уточнено визначення поняття «розвиток» та «інноваційний розвиток», які враховують філософську теорію діалектики, пояснюють рушійні сили, природу, термін і спрямованість траєкторії зміни стану об'єкта. Для того, щоб забезпечити успішність перебігу розвитку підприємств в процесі стратегування, він повинен гуртуватися і сприяти вирішенню зазначених у статті суперечностей, які враховують особливості економічних реалій сьогодення. Напрямами подальший досліджень є використання пропозицій статті для розроблення парадигми та методології стратегування розвитку підприємств.

Список використаних джерел:

[1] Ситник Н.С., Шушкова Ю.В. (2019) Підходи до стратегування державної політики технологічної модернізації та реіндустріалізації економіки. *Приазовський економічний вісник «Економіка та управління національним господарством».* 6(17). 67–73. https://doi.org/10.32840/2522-4263/2019-6-13

[2] Шевченко Л.С. (2020) Стратегія організації в умовах обмежень, невизначеності та непередбачуваності. *Економічна теорія та право*. 3(42). 8–27. URL: http://econtlaw.nlu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/09/8-27.pdf.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[3] Bower J.L. (1970) Managing the Resource Allocation Process: A Study of Corporate Planning and Investment. *Harvard University, Division of Research, Graduate School of Business Administration*. Boston, MA.
[4] Burgelman R.A. (1983) A process model of internal corporate venturing in the iversifycation major firm. *Administrative Science Quarterly*. 28 (2). 223–244.
[5] Mathews J. (2006) Strategizing, Disequlibrium and Profi. *Stanford University Press*. May 16. 2–9.
[6] Stender S., Bulkot O., Iastremska O., Saienko V., Pereguda Y. (2024) Digital transformation of the national economy of Ukraine: challenges and opportunities. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*. 2. (55). 333–345. https://doi.org/10.55643/fcaptp.2.55.2024.4328.
[7] Williamson O.E. (1991) Strategizing, Economizing and Economic Organization. *Strategic Management Journal.* Special Issue. 12. 75–94. https://doi.org/10.1002/smj.4250121007

MAIN TRENDS AND CONTROVERSIES IN ENTERPRISE DEVELOPMENT STRATEGY

Iastremska Olesia
Ph.D in Economic sciences, Associate professor,
Associate professor of the Department of Management, Business and Administration
Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, Ukraine

Summary. *The article examines the main trends in the transformation of economic relations, which should be taken into account in the process of enterprise development strategizing. The predominant trend is highlighted - digital transformation, its main components in the external and internal environments of enterprises are revealed. The definition of development and innovative development of enterprises is clarified, the classification of types of innovative development of enterprises as its predominant type in modern conditions of strategy is improved. The main contradictions of development are revealed, the solution of which will ensure the success of enterprise strategy.*
Keywords: *digital transformation; development; innovative development; types of innovative development; development strategizing, enterprise.*

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.012

ОЦІНКА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНИ

Попов Руслан Вікторович
аспірант, заклад вищої освіти
«Університет «Україна», Україна

***Анотація**. В статті представлено існуючі методичні підходи до оцінки конкурентоспроможності галузі лісового господарства, а також обґрунтовані окремі вдосконалення, спричинені відсутністю фінансової звітності в період реформування галузі (2021-2022 рр.), низькою питомою часткою лісового господарства в структурі ВВП України та відсутністю внутрішньої конкуренції серед суб'єктів господарювання галузі.*
Здійснено апробацію вдосконалених методичних рекомендацій за період 2020-2024 рр. та розраховано значення відповідних інтегральних показників конкурентоспроможності. Виявлено позитивну тенденцію зростання конкурентоспроможності лісового господарства, в першу чергу, через стрімкий ріст рентабельності діяльності галузі та показника продуктивності праці.
***Ключові слова**: конкурентоспроможність; критерій; лісове господарство; рентабельність.*

Актуальність дослідження. Лісова галузь має низку специфічних особливостей, які свідчать про необхідність розроблення або вдосконалення власної методики оцінки її конкурентоспроможності. Нині, вже визначено алгоритм інтегральної оцінки конкурентоспроможності лісової галузі за допомогою середньо геометричної величини та обґрунтовано існуючий регіональний підхід, який базується на розгляді рівня конкурентоспроможності суб'єктів господарювання лісогосподарського комплексу в межах адміністративної одиниці, враховуючи особливості основних природних зон. В той же час, сьогоднішня ситуація в країні (повномасштабне вторгнення, кардинальна реформа системи управління лісовим господарством) вимагає додаткових досліджень з визначеної тематики.

Постановка проблеми. Конкурентоспроможність лісового господарства визначається показником результативності господарювання на основі особливостей функціонування, пов'язаних із соціо-еколого-економічними пріоритетами лісової галузі, яка має низку галузевих характеристик (лісові насадження мають тривалий цикл вирощування, що формує значне відтермінування отримання доходів; галузь повинна виконувати екологічні функції - поглинання вуглецю, очищення водойм, відновлення деградованих та екодеструктивних земель; лісове господарство сприяє розвитку мисливської, рекреаційної та туристичної діяльності, які становлять важливу соціальну складову суспільства тощо). Визначати вказані особливості необхідно з

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

використанням науково обґрунтованої методики, спрямованої на вирішення «вузьких» місць в галузі лісового господарства.

Аналіз останніх досліджень. Наукові підходи до проблеми оцінки конкурентоспроможності галузями національної економіки досить різноманітні. Серед дослідників визначеної тематики щодо лісового господарства варто відмітити таких вчених як Нестеренко С.С., Андрійчук І.В, Пінчук І.Р. та інших. В їх доробках визначено основні методологічні та методичні підходи до оцінки конкурентоспроможності підприємств лісового господарства. В той же час, в науковій літературі після реформування галузі шляхом створення монопольного державного спеціалізованого господарського підприємства «Ліси України» (об'єднання всіх суб'єктів господарювання державного сектора лісового господарства) відсутні актуальні тематичні дослідження, що свідчить про наявність прогалин у вивченні зазначеної проблематики.

Мета дослідження – провести оцінку рівня конкурентоспроможності галузі лісового господарства на основі вдосконалених методичних рекомендацій.

Виклад основного матеріалу. В лісогосподарській галузі найбільш розповсюдженою є методика оцінювання конкурентоспроможності, запропонована Андрійчуком І.В. та Пінчуком І.Р. [1], згідно якої слід оцінювати такі чинники (критерії) і відповідно показники формування конкурентоспроможності:

- критерій ефективності виробництва – показник рентабельності діяльності;
- критерій, що характеризує фінансовий стан підприємства - коефіцієнти придатності основних засобів, платоспроможності, рентабельності активів тощо;
- критерій, що характеризує конкурентний потенціал підприємства – фондовіддача та показник продуктивності праці;
- критерій, що характеризує ефективність збуту продукції - показник рентабельності реалізації та частка експорту продукції в загальному обсязі реалізації;
- критерій, що характеризує соціальну ефективність - коефіцієнт плинності кадрів та розмір середньомісячної заробітної плати;
- критерій екологічності виробництва – площа поновлення лісів (в т.ч. лісорозведення);
- критерії, що характеризують конкурентоспроможність продукції та імідж підприємства.

Автори даного методичного підходу для оцінки ефективності збуту ще пропонують використовувати показник, який відображає частку експорту продукції в загальній її сумі, але експорт лісопродукції на лісогосподарських підприємствах практично відсутній по причині дії відповідного Закону України «Про внесення змін до Закону України «Про особливості державного регулювання діяльності суб'єктів підприємницької діяльності, пов'язаної з реалізацією та експортом лісоматеріалів» щодо тимчасової заборони експорту лісоматеріалів у необробленому вигляді» [2], згідно якої введено заборону на експортні операції з необробленими лісоматеріалами.

В класичному підході для визначення конкурентоспроможності продукції та іміджу підприємств слід користуватися результатами експертного

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

оцінювання щодо якості і ціни відповідної продукції, щодо професійності працівників та компетентності керівництва підприємств, щодо рівня довіри та сформованого гудвілу підприємства тощо. Оскільки лісогосподарські підприємства є певним чином монополістами на внутрішньому ринку, то оцінювати їх конкурентоспроможність та імідж достатньо складно, а іноді, навіть, неможливо.

Така ситуація склалася, оскільки лісогосподарські підприємства організовані (реорганізовані) уже досить давно, а тому мають приблизно однакові показники щодо сформованого іміджу, а конкурентоспроможність їх продукції вважатимемо рівною, оскільки всі суб'єкти господарювання знаходяться в межах однієї території (в тому числі, і до створення монопольного ДП «Ліси України»). В результаті представлених висновків критерій конкурентоспроможності продукції та іміджу необхідно прийняти за одиницю, що врівноважить їх порівняння власне за вказаними критеріями.

В базовій методиці автори для визначення конкурентного потенціалу пропонують використовувати два показника – фондовіддача та продуктивність праці; для визначення соціальної ефективності - показники середньомісячної зарплати працівників та коефіцієнт плинності кадрів; для оцінки фінансового стану - показники придатності основних засобів, платоспроможності, рентабельності активів тощо.

У зв'язку з неможливістю розрахунку значень окремих показників в 2021-2022 роках (відбувалося об'єднання лісогосподарських підприємств, що унеможливило отримання достовірної фінансової звітності), нами прийнято рішення щодо обчислення окремих критеріїв конкурентоспроможності через розрахунок таких показників фінансово-господарської діяльності лісового господарства:

- критерій, що характеризує фінансовий стан підприємства - коефіцієнти придатності основних засобів та рентабельності активів;
- критерій, що характеризує соціальну ефективність - розмір середньомісячної заробітної плати;
- критерій, що характеризує ефективність збуту продукції - показник рентабельності реалізації за чистим прибутком;
- критерій, що характеризує конкурентний потенціал підприємства - показник продуктивності праці та коефіцієнт оборотності активів.

Розрахунок критеріїв екологічності виробництва та ефективності виробництва буде здійснюватися на основі показників, передбачених в прийнятій методиці. На наш погляд, зміна вищезазначених показників не впливатиме на інтегральний показник конкурентоспроможності лісового господарства, оскільки вони в тій чи іншій мірі характеризують відповідні критерії.

Таким чином, на основі даних фінансової та статистичної звітності, , необхідно здійснити розрахунок всіх критеріїв (показників), за допомогою яких обчислюється інтегральний показник конкурентоспроможності.

Проведений розрахунок необхідних показників в динаміці представлено в таблиці 1, результати якої також можуть слугувати основою для узагальнення певних тенденцій, які не були проаналізовані в попередніх параграфах дослідження, зокрема:

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

- показник рентабельності активів мав позитивну тенденцію до суттєвого збільшення в 6,2 рази;

- коефіцієнт придатності основних засобів мав позитивну тенденцію до незначного збільшення на 5,3%;

- коефіцієнт оборотності активів мав негативну тенденцію до незначного зменшення на 3,2%;

- показник рентабельності реалізації за чистим прибутком мав позитивну тенденцію до суттєвого збільшення в 6,7 разів;

- показник загальної площі відтворення лісів мав негативну тенденцію до незначного зменшення на 11,7%.

Таблиця 1

Розрахунок показників для визначення критеріїв конкурентоспроможності лісового господарства

№	Показники	2020	2021	2022	2023	2024	Відхилення	
							абсолют	віднос
1	Рентабельність, %	1,0	4,4	4,9	12,5	10,7	9,7	-
2	Рентабельність активів	0,04	0,12	0,19	0,34	0,29	0,25	625
3	Коефіцієнт придатності основних засобів	0,38	0,38	0,39	0,38	0,40	0,02	5,3
4	Продуктивність праці, млн.грн/особу	344,4	567,2	671,5	836,9	975,1	630,7	183
5	Коефіцієнт оборотності активів	2,78	3,24	3,70	2,72	2,69	-0,09	-3,2
6	Рентабельність реалізації за чистим прибутком	0,014	0,045	0,052	0,126	0,108	0,094	671
7	Середньомісячна заробітна плата, тис. грн	10,6	14,0	19,6	21,1	24,5	13,9	131
8	Загальна площа відтворення лісів, тис. га	39,9	44,6	32,3	35,1	35,2	-4,7	-11,7

дані сформовано з [3; 4]

Останнім етапом діагностики конкурентоспроможності лісового господарства є розрахунок його інтегрального показника, який здійснюється за відповідною формулою [1], в якій вже обґрунтовані коефіцієнти вагомості (К1 – К8) для кожного критерію (1):

$$K_i=\sqrt[8]{К1 * П1 * К2 * П2 * К3 * П3 * К4 * П4 * К5 * П5 * К6 * П6 * К7 * П7 * К8 * П8} \quad (1)$$

де:

П1- ефективність виробництва і К1=0,212;

П2 - фінансовий стан підприємства і К2=0,136;

П3 - конкурентний потенціал і К3=0,103;

П4 - ефективність збуту продукції і К4= 0,14;

П5 - соціальна ефективність і К5= 0,103;

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

П6 - екологічність виробництва К5=0,04;
П7 - конкурентоспроможність продукції і К7=0,171;
П8 – імідж підприємства і К8=0,1.

Підставляючи у формулу всі попередньо отримані нами дані по відповідним критеріям конкурентоспроможності та провівши необхідні математичні розрахунки, маємо можливість сформувати таблицю 2, в якій відображено в динаміці інтегральну оцінку конкурентоспроможності лісового господарства, що і є кінцевим етапом нашого дослідження.

Таблиця 2

Динаміка оцінки конкурентоспроможності лісового господарства

№	Показник	2020	2021	2022	2023	2024	Відхилення	
							абсолют	%
1	Інтегральний показник	0,14776	0,22638	0,24254	0,31105	0,3044	0,15664	106

[авторська розробка]

Відповідно до даних таблиці 2, спостерігається суттєве зростання значення показника конкурентоспроможності лісового господарства на 0,15664 пункти (або на 106%), що свідчить про ефективність діяльності керівництва галузі.

Висновки. Підводячи підсумки здійсненим дослідженням, слід узагальнити такі висновки:

- апробована та вдосконалена існуюча методика оцінка конкурентоспроможності лісового господарства містить певні зміни, зокрема: відсутність можливості розрахунків певних показників обумовила їх заміну іншими та необхідність застосування суб'єктивної експертної оцінки щодо конкурентоспроможності продукції та іміджу державного лісогосподарського комплексу, яка нами була усунена;

- на основі проведених розрахунків підтверджено той факт, що в результаті реорганізації системи управління лісовим господарством України рівень його конкурентоспроможності (у формі інтегрального показника) значно зріс – на 106%.

Список використаних джерел:

[1] Андрійчук, І.В., Пінчук, І.Р. (2019). Теоретико-методологічні засади оцінки конкурентоспроможності лісогосподарських підприємств. Причорноморські наукові студії, 37, 66-70. http://nbuv.gov.ua/UJRN/bses_2019_37_14
[2] Верховна Рада України. (2015). Про внесення змін до Закону України "Про особливості державного регулювання діяльності суб'єктів підприємницької діяльності, пов'язаної з реалізацією та експортом лісоматеріалів" щодо тимчасової заборони експорту лісоматеріалів у необробленому вигляді. № 325-VIII https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/325-19#Text
[3] Державне підприємство «Ліси України». (2025). Фінансова звітність за 2024 рік. https://e-forest.gov.ua/finansova-zvitnist-za-2024-rik/

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[4] Державне підприємство «Ліси України». (2024). Фінансова звітність за 2023 рік. https://e-forest.gov.ua/finansova-zvitnist-2023/

ASSESSMENT OF THE COMPETITIVENESS OF THE FORESTRY SECTOR OF UKRAINE

Ruslan Popov
postgraduate student
Higher Educational Institution "University "Ukraine", Ukraine

Summary. *The article presents existing methodological approaches to assessing the competitiveness of the forestry sector, as well as substantiates individual improvements caused by the lack of financial reporting during the period of reform of the sector (2021-2022), the low share of forestry in the GDP structure of Ukraine, and the lack of internal competition among business entities in the sector.*

The improved methodological recommendations were tested for the period 2020-2024 and the values of the corresponding integral competitiveness indicators were calculated. A positive trend in the growth of the competitiveness of forestry was identified, primarily due to the rapid growth of the profitability of the sector's activities and the labor productivity indicator.

Keywords: *competitiveness; criterion; forestry; profitability.*

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.013

ПЕРЕДУМОВИ ФОРМУВАННЯ КУЛЬТУРИ НАВЧАННЯ ТА РОЗВИТКУ НА УКРАЇНСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

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

Анотація. *У статті обґрунтовано спільні передумови формування культури навчання та розвитку (L&D) на українських підприємствах. На основі систематичного огляду наукових досліджень та аналізу кейсів вітчизняних компаній виокремлено дев'ять предумов, об'єднаних у три групи. Створена окрема група передумов для врахування таких національних соціокультурних особливостей як висока владна дистанція, дефіцит довіри, вузькогруповий колективізм і нетолерантність до невизначеності. Доведено, що комплексне дотримання цих передумов дозволить впровадити будь-який підхід до формування культури навчання та розвитку, що підкреслює практичну значущість отриманих результатів для українських підприємств в сучасних умовах.*

Ключові слова: *організаційне навчання; організаційна культура; управління знаннями; корпоративне навчання; інновації; розвиток персоналу.*

Дефіцит кваліфікованих кадрів став найбільшим викликом для 90% підприємств в умовах економіки військового часу за даними Європейської Бізнес-Асоціації та зумовлює недовиробництво на рівні 5–8 % довоєнного ВВП щорічно за розрахунками Центру економічної стратегії [[30]]. Щоб частково компенсувати ці фактори, підприємствам варто перейти до формування культури навчання та розвитку, оскільки відповідно до мета-аналізу 330 компаній з 15 галузей, компанії з «всеосяжними програмами розвитку» мали на 218% вищий дохід на одного працівника та на 24% вищу рентабельність ніж ті, що обмежувалися епізодичними тренінгами [[4]]. Проте більшість організацій в Україні впроваджують лише окремі форми навчання, замість побудови цілісної культури навчання та розвитку або моделі організації, що навчається.

Щоб оцінити, чи здатні класичні підходи вирішити проблеми з навчання та дефіцитом людського капіталу, розглянемо еволюцію концептів організаційного навчання та теоретичних моделей (табл. 1). Організаційне навчання (organizational learning) – це процес накопичення знань та вдосконалення колективного досвіду, в ході якого організація адаптує свою поведінку на основі попередніх помилок і успіхів [[2]]. Натомість «організація, що навчається» (learning organization) – це ідеальний тип організації, яка системно забезпечує безперервне навчання всіх працівників заради набуття

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

конкурентної переваги через навчання швидше за конкурента [[22]]. Компанії, які впроваджували ідеї «організації, що навчається» почали переходити від окремих практик та вдосконалень до культури навчання та розвитку (Learning & Development, L&D) - це організаційна культура, що відображає колективні цінності, переконання і практики, спрямовані на постійне набуття нових знань, умінь та вдосконалення компетенцій співробітників на індивідуальному та командному рівні [[21]]. Подальше практичне впровадження культури L&D дозволило виокремити «організації цілеспрямованого розвитку співробітників» (Deliberately Developmental Organization, DDO) –– це компанії, які інтегрують розвиток співробітників у щоденну роботу: навчання і самовдосконалення не є окремим процесом, а вбудовані в операційну діяльність кожного працівника [[15]]. Для цього необхідна культура, що заохочує відкритість, взаємну підтримку і психологічну безпеку – спільне переконання, що в команді безпечно ризикувати, визнавати помилки та висловлювати сумніви без страху покарання [[7]].

Таблиця 1

Теоретичні моделі впровадження культури навчання та розвитку

Модель (автор) Ключові ідеї	Передумови впровадження (за автором)	Ключові помилки (ідентифіковані автором)
Організація, що навчається (Пітер Сенге) 5 дисциплін (системне мислення, особиста майстерність, ментальні моделі, спільне бачення, командне навчання)	Зсув мислення на рівні всієї організації, підтримка керівництва, навчальні практики, зміна ментальних моделей, що заважають, спільне бачення, довіра, діалог, відкритий обмін інформацією, без покарання	Відповідальність обмежується посадовим обов'язком, пошук винних, реакція на події, а не на тренди, нереагування на поступові загрози, впровадження окремих аспектів, керівники не допускають критики, брак часу на навчання
Організаційне навчання, (Кріс Арджирис, Дональд Шон) (усування проблеми проти усування причин, які призвели до виникнення проблеми)	Психологічна безпека, публічно ставити під сумнів власні припущення, не карати за «незручні» питання, підтримка керівництва, коучинг, регулярні обговорення реальних дилем та неусвідомлених переконань	Зупинка на single-loop навчанні, пошук винних, розрив між деклараціями та діями, захист керівників та приховування помилок, формальні тренінги без роботи з реальними конфліктами
Організаційна культура і навчання (Едгар Шейн) зміна культури через зменшення «тривоги навчання» та посилення «тривоги виживання»	Лідерство, особистий приклад, безпечне середовище, відкритість, діалог, підтримка, усвідомлення необхідності змін	Намагання змінити поведінку без зміни базових установок, ігнорування «тривоги навчання» працівників, розробка нових цінностей без тих, кого вони стосуються, відсутність часу, послідовності і прикладу лідерів

Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Продовження таблиці 1

Модель (автор) Ключові ідеї	Передумови впровадження (за автором)	Ключові помилки (ідентифіковані автором)
«Організація цілеспрямованого розвитку співробітників» (DDO) – (Роберт Кіган, Ліза Лахі)	Радикальна прозорість у спілкуванні, керівництво публічно демонструє власні помилки та обмеження, регулярні сесії обговорення помилок	«Технічні» рішення «адаптивних» проблем, культура «приховування слабкостей», відсутність безпечних умов для чесності, керівники проголошують лозунги, які не виконують
Модель психологічної безпеки (Емі Едмондсон)	Лідери демонструють, що помилятись безпечно, структурувати процеси для відвертості, критика без наслідків, спільна мета, оперативна реакція на проблеми	Поблажливість і низькі очікування, «показова відкритість», формальні дії керівників, відсутність конструктивних конфліктів та критики

дані сформовано з [[22];[2];[21];[15];[7]]

Проте класичні теорії мають прогалину: вони акцентують увагу на власних факторах, не зважаючи на наявність спільних передумов, що може ускладнювати реалізацію кожної з них окремо; вони не пояснюють, як вибудувати культуру навчання в середовищі з іншою національною культурою. Відповідно, виникає потреба в адаптації існуючих підходів, аналізі особливостей соціокультурного контексту, що лягло в основу нашого дослідження.

Широке практичне застосування різних теорій та концепцій впровадження навчання в організаціях призвело до появи великої кількості як наукових досліджень, які підтверджують позитивні ефекти від навчання та культури навчання та розвитку (табл. 2).

Таблиця 2

Ключові наукові дослідження щодо впливу культури L&D на бізнес-показники

№	Автори, рік	Вибірка	Метод	Метрики	Ефект (p)
1	Arthur W. та ін., 2003	15-234 незалежні вибірки, 936-15627 учасників, 9 галузей, 5 країн	Мета-аналіз	Продуктивність (d)	d = 0,60 ≈ +14 %; $p < 0,001$
2	Thareno u P. та ін., 2007	67 досліджень, мультинаціональ нікорпорації	Систематичн ий огляд	ROI, ROA	+11–26 % фінансові KPI; значущість не всюди тестувалась
3	Garavan T. та ін., 2021	116 досліджень, 230 ефектів, 28 країн	Мета-аналіз + регресія	Інтегральна продуктивніс ть (r)	r = 0,35; 95 %CI 0,29–0,40; $p < 0,001$

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Продовження таблиці 2

№	Автори, рік	Вибірка	Метод	Метрики	Ефект (p)
4	Adhvaryu A. та ін., 2023	2 703 робітники, 5 фабрик	Кластерний RCT	Продуктивність (п); ROI	+13,5 % (п); ROI ≈ 256 % за 8 міс.; $p < 0,01$
5	Knight C. та ін., 2017	14 досліджень, 10 країн	Мета-аналіз	Залученість (g)	g = 0,29 ≈ +10 %; $p < 0,001$
6	Jones R. J. та ін., 2015	17 досліджень, 8 країн	Мета-аналіз (вплив коучингу)	Індивідуальні результати (а); намір звільнитись (б)	δ (а) = 1,24 δ (б) ≈ −0,36 p < 0,001
7	Ju B. та ін., 2021	46 досліджень, 230 ефектів, 28 країн	Мета-аналіз (DLOQ)	Фінансові (а) та нефінансові (б) показники	r (а) = 0,33; r (б) = 0,46; ефект слабшає при високому PDI; $p < 0,001$
8	Inthavong P. та ін., 2023	710 МСП-виробників	PLS-SEM	Індекс sustainable performance	β = 0,30 (прямо) + медіація інновацій ≈ 20 %; $p < 0,001$

дані сформовано з [[3];[27];[8];[1];[17];[13];[14];[12]]

Усі відібрані роботи демонструють стійкий двозначний приріст фінансових (ROI, EBITDA, продуктивність) й нефінансових (залученість, інновації, утримання) показників у разі наявності зрілої культури навчання. Особливо показові RCT-докази - 12 % зростання продуктивності при 256 % ROI [[1]] а також модерація культурних чинників - ефект слабшає у країнах із високою дистанцією влади, що прямо релевантно українському контексту з PDI = 92 [[14]]. Глибокі мета-аналізи Артур та Гараван підтверджують узгоджені ефекти незалежно від галузі та країни [[3];[8]]. А SEM-дослідження МСП показують дієвість і в економіках, що розвиваються [[12]].

Обмеження даної вибірки досліджень наступні: переважання англомовних та високорозвинених країн (≈ 70 % вибірок), що обмежує переносимість на пост-радянські економіки; менше 5 % робіт мають експериментальний дизайн, тоді як решта спирається на кореляційні або дані самооцінки, ризик упередженості спільного методу; різні метрики фінрезультатів (ROI, ROA, EBITDA, доходи/працівник), що ускладнює прямі порівняння.

Попри переконливі глобальні дані, Україна відсутня у вибірках усіх восьми робіт, відтак залишається нез'ясованим, як національні соціокультурні бар'єри трансформують вплив L&D-культури на результати українських компаній.

Для того, щоб перевірити зовнішню валідність глобальних висновків для українських підприємств необхідно зробити поправку на особливості соціокультурного контексту України (табл. 3).

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Таблиця 3

Соціокультурні чинники, що впливають на L&D-культуру в Україні

Джерело	Вимір / індикатор	Ключовий висновок для L&D
Хофстеде, 2024	Дистанція влади = 92/100 Уникнення невизначеності = 95/100	Висока ієрархія + «фіксовані правила» ⇒ страх помилок, пасивність ініціатив.
Світове опитування цінностей, WVS 2020	Низька довіра до інших (23 → 30 %)	Обмежена психологічна безпека, особливо «знизу-вгору».
Градус, 2022	Сплеск довіри-2022: 45 → 63 %	Тимчасове «вікно» для відкритішого обміну знаннями.
Жильцова, 2023 (якісне інтерв'ю 124 менеджерів)	Колективізм «для своїх»	80% працівників не довіряють керівникам Згуртованість всередині малих груп, інформаційні силоси між групами
Ситнік, 2023 (457 опитаних)	Авторитарний стиль лідерства	Директивність ⇢ низькі креативність, довіра та навчання

дані сформовано з [[19];[34];[10];[31];[33]]

Також важливі порівняти з українськими емпіричними дослідженнями з поширеності та ефективності навчання та розвитку на українських підприємствах та впровадження культури навчання та розвитку та "організацій, що навчаються".

Таблиця 4

Стан L&D та «організацій, що навчаються» в Україні

Джерело (2020-2024)	Показник / тема	Фактичні дані
Deloitte UA Digital HR Survey 2024 (87 компаній)	Частка компаній із LMS (система управління освітою) / LXP (система управління навчальним досвідом)	LMS – 54 %, LXP – 18 %; використання LMS/LXP корелює з галуззю компанії – провідними є IT та FMCG
Волеваха, 2021 (510 працівників різних організацій)	Психологічна безпека та обмін знаннями	r = 0,58 між психологічною безпекою та інтенсивністю обміну знаннями.
Жолонко, 2020 (148 підприємств різних секторів)	Індекс «організація, що навчається» (OLS)	Середній OLS-score = 2,7/5; найбільш зрілі – IT та міжнародні корпорації

дані сформовано з [[6];[28];[29]]

Наявна українська емпірична база має кілька критичних обмежень: по-перше, більшість соціокультурних опитувань (довіра, стиль лідерства) виконано як разові зрізи на невеликих вибірках, що ускладнює відстеження динаміки та причинно-наслідкові зв'язки; по-друге, у наукових журналах, що цитуються у наукометричних базах Scopus/Web of Science за 2019-2024 рр. нараховується менше десяти статей про L&D-культуру, де практично відсутні стандартизовані показники ROI й лонгітюдні дані, тому узагальнення ефектів є статистично

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

крихким; по-третє, корпоративні звіти (Deloitte) спираються переважно на вибірки ІТ-та міжнародних компаній, що обмежує релевантність висновків для інших галузей.

Підсумовуючи огляд досліджень українського контексту, варто зазначити, що зростання довіри у суспільстві у 2022 році та дефіцит кваліфікованих спеціалістів можуть стати важливими факторами стимулювання впровадження культури навчання та розвитку українськими підприємствами. Крім того існує потреба у виділенні ключових соціокультурних факторів, які перешкоджають впровадженню культури навчання та розвитку на українських підприємствах, оскільки ефекти від навчання та розвитку, зафіксовані глобально, в Україні реалізуються вибірково — переважно в ІТ та міжнародних компаніях.

Таким чином постає потреба в узагальненні міжнародного досвіду впровадження теоретичних моделей з особливостями соціокультурного контексту України, тенденціями та практичним досвідом окремих українських підприємств.

Дослідження виходить з припущення, що існують спільні передумови для різних підходів запровадження культури навчання та розвитку, а тому головна проблема для українських організацій полягає в невиконанні цих передумов, а не «неправильності» теорій чи неврахування теоріями соціокультурних особливостей.

Метою статті є виявлення спільних передумов впровадження різних моделей культури навчання та розвитку на українських підприємствах на основі аналізу сучасних досліджень і практичного досвіду компаній.

Наукова новизна дослідження полягає в тому, що замість оцінювання перешкод та специфіки впровадження кожного окремого підходу чи теорії, пов'язаної з культурою навчання та розвитку, сформовано перелік спільних теоретичних передумов для різних концепцій і моделей, які може застосувати будь-яка організація. Такий підхід дозволяє не залежати від однієї теорії – організації зможуть вільно випробовувати різні методики, розуміючи при цьому, які саме базові передумови слід забезпечити за будь-яких умов, а які елементи можна варіювати.

Використано експлоративний змішаний дизайн, що об'єднав систематичний огляд літератури та багатокейсове дослідження. За пошуковим запитом серед журналів, які цитуються у наукометричних базах Scopus та Web of Science з тематики культури навчання й організацій, що навчаються, після дедуплікації та скринінгу за схемою PRISMA-lite залишено 132 повні тексти, з яких за критеріями (peer review; ≥ 500 учасників/мета-аналіз/RCT; мінімум один фінансовий або нефінансовий показник результативності KPI) було відібрано 8 найякісніших робіт «золотого стандарту». Соціокультурний контекст України уточнено через актуальні дані Хофстеде, WVS-2020, Gradus-2022 та чинні академічні публікації, що дозволило сформувати чотири гіпотетичні бар'єри L&D-культури. Для практичної верифікації спільних чинників успіху було детально проаналізовано п'ять українських компаній з різних галузей, які мають публічно успішні L&D-стратегії, корпоративні університети або відзнаки у сфері навчання. Отримані дані з теорії, глобальної статистики, національного контексту та кейсів синтезовано і зіставлено задля визначення спільних

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

передумов формування культури навчання. Фактор включали до фінального переліку передумов лише за наявності підтвердження мінімум із двох незалежних джерел (наприклад, теоретичне дослідження та кейс).

Синтез показників Хофстеде, WVS та корпоративних опитувань дає змогу виділити чотири ключових взаємопов'язаних соціокультурних фактори, що системно гальмують впровадження культури навчання та розвитку на українських підприємствах:

– Проблема довіри на міжособистісному рівні, до керівників, внутрішньої довіри між окремими підрозділами у великих компаніях. Низька довіра блокує відвертий обмін знаннями та знижує готовність працівників залучатись до L&D-ініціатив [[22]].

– Перевага колективізму, а не індивідуалізму, але тільки у вузькому колі найближчого оточення, а не на рівні організації. Це створює «силоси» знань - інформація циркулює всередині, але не між підрозділами, підриваючи єдину L&D-екосистем.

– Поширеність авторитарного стилю лідерства, дуже висока дистанція влади, внаслідок чого співробітники не можуть відкрито звернутись до керівництва, мають страх покарання за помилку чи критику, не ініціюють навчання, чекають вказівок «згори» та не схильні заперечувати керівництву;

– Уникнення невизначеності, як наслідок, стрес від нових ситуацій без інструкцій та опір експериментам, проведення «формальних» тренінгів.

Таким чином, брак довіри, вузькогруповий колективізм, ієрархічність та нетолерантність до невизначеності разом формують культурне середовище, яке пригнічує навчання та розвиток. Без врахування та подолання даних перешкод найкращі світові підходи можуть зазнати невдачі.

Враховуючи такий соціокультурний контекст, особливого значення набувають останні успішні кейси розвитку навчання українськими підприємствами, які доцільно об'єднати у 3 групи: застосування сучасних IT-платформ з управління знаннями, створення окремих корпоративних університетів (або шкіл, академій тощо) та застосування практик сервіс-дизайну для підвищення ефективності внутрішніх процесів.

Розвиток сучасних зовнішніх IT-платформ управління знаннями, таких як LMS Collaborator, дозволив таким компаніям як Кернел, OKKO, Reikartz, MTI, Socar, Таскомбанк, Антошка поєднати онлайн та офлайн-навчання в єдину систему, комплексно керувати підвищенням кваліфікації співробітників, кадровим резервом, проводити оцінку ефективності інвестицій в освіту. В рамках такого рішення Таскомбанк (1662 працівника) запровадив електрону базу знань та регулярне тестування знань двічі на рік, всеохопну 4-етапну програму онбордингу для всіх нових співробітників, що дозволило автоматизувати більшість HR-процедур, скоротити період адаптації нових кадрів та підвищити залученість персоналу до навчання [[18]]. В мережі готелів Reikartz в Україні нові співробітники почали отримувати власні траєкторії навчання з визначеного переліку із 26 курсів, в результаті внутрішні вакансії були закриті за рахунок навчання, а повна готовність працівника до роботи скоротилась з 14 тижнів до 4 тижнів [[18]]. Рітейл-компанія дитячих товарів Антошка запровадила безперервне багатопотокове навчання співробітників

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

всіх рівнів, в результаті збільшила кадровий резерв на керівні посади та забезпечила єдині високі стандарти роботи у мережі [[18]].

Корпоративні університети додатково дозволяють систематично досягати стратегічних цілей через навчання та керувати зміною культури (Академія ДТЕК, корпоративні університети Метінвест, Нової Пошти, МХП, Приватбанку, великих IT-компаній SoftServe, EPAM та ін.). Детальніше доцільно розглянути кейс IT-компанії SoftServe, яка визначила освіту як одну зі свої стратегічних цілей, тому заснувала перший в Україні власний корпоративний університет ще у 2006 році. За результатами 2024 року діяльність університету відбувається у більш ніж 7 країнах, показник NPS в середньому дорівнює 90, тобто майже всі слухачі курсів готові їх активно рекомендувати колегам, а за даними внутрішньої аналітики приріст валового прибутку у проєктах, де працювали випускники SoftServe University становить 18 % [[24]].

Окремо варто відзначити компанії, які впровадили практики сервіс-дизайну, а за ефективність окремих проектів вони були відзначені нагородами (такі як Ukrsibbank, Otpbank, Comfy, Фокстрот, Olx, Yasno, Dnipro-M, Діла тощо). Якщо сервіс-дизайн впроваджується на рівні всіх співробітників організації, то по суті це і є майже повним впровадженням культури постійного навчання та вдосконалення, проте в більшості випадків сервіс-дизайном займається окрема внутрішня або зовнішня команда, відтак компанія отримує суттєві переваги в ефективності, проте культура навчання формується всередині даної команди і не розповсюджується на всю організацію. Розглянемо кейс компанії Comfy, яка отримали 3 винагороди Ukrainian Customer Experience Excellence 2025. Було створено динамічну систему зі створення персональних пропозицій, які стали займати 5% у структурі продажу, корпоративний університет Comfy.Feed, який інтегровано у бізнес-модель для досягнення стратегічних цілей, а також аналіз 100% фідбеків у режимі реального часу з автоматичними тригерами дій, щотижневими звітами, що призвело до скорочення повторних скарг на 32% [[32]]. Це показує, що компанія змінюється, реагує на зворотній зв'язок, що є відображенням навчання, проте механізми, за рахунок яких відбуваються ці зміни залишається невідомим. Це може бути як продовженням стилю управління «зверху-вниз», який отримав кращі інструменти (сервіс-дизайн), або результатом локальної ініціативи та навчання.

Підсумовуючи останній успішний досвід українських компаній, на нашу думку доцільно виділити «першу групу» передумов до створення культури навчання та розвитку, до яких належатимуть:

1.1. інституціоналізація навчання:
- фізична та цифрова інфраструктура;
- функціональний підрозділ з навчання;
- щорічний бюджет;
- аналітика ефективності навчання;

1.2. навчання розглядається як засіб досягнення стратегічних цілей.

Виконання цих передумов дозволить швидко та успішно адаптувати нових співробітників, підвищити індивідуальні компетенцій та сформувати кадровий резерв, проте це не реалізує весь потенціал формування культури навчання.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Відтак, варто виділити «другу групу» передумов, виконання яких одночасно з першою групою дозволить перейти від досягнення окремих важливих цілей до культури навчання та розвитку. Ці передумови доцільно об'єднати за 4 рівнями: зміни на рівні керівництва, зміна процесів на рівні організації, зміна процесів на рівні команд та зміни на індивідуальному рівні кожного співробітника.

2.1 Зміни на рівні керівництва:

– особисто зрозуміти ключові ідеї культури навчання та розвитку, сформулювати її переваги та переконати інших;

– бути прикладом змін для інших (вчитись самому, змінити реакцію на помилки у себе та співробітників, бути відкритим до зауважень від співробітників щодо власних помилок, особливо тих, які є нижчими за ієрархією);

– перейти від одноосібного прийняття рішень до збільшення кількості рішень, які підлеглі ухвалюють спільно або самостійно та на які можуть впливати.

2.2 Зміни процесів на рівні організації:

– включити показники навчання та розвитку у процеси оцінки та винагороди;

– не карати і не звільняти за помилки (лише за небажання вчитись);

– виділити час на навчання у робочий графік кожного співробітника.

2.3 Зміни на рівні команд:

– спільний аналіз та обговорення помилок та процесів, які призвели до помилок, врахування досвіду, зворотного зв'язку та різних точок зору;

– керівники команд переходять від визначення задач та контролю до фасилітації та управління процесом пошуку рішення.

2.4. Зміни на індивідуальному рівні:

– власний професійний та особистий розвиток;

– готовність допомогти іншим;

– розвиток толерантності до помилок у себе та інших.

Кожна з наведених передумов підтверджується практичними кейсами авторів різних теорій та підходів. П. Сенге описує типову помилку, коли замість відкритої реакції на помилки, відбувається «пошук винних»: у декількох машинобудівних компаніях менеджери карали за помилки, тому співробітники приховували дефекти, що призвело до провалу ініціативи «TQM» та «організації, що навчається» [[22]]. Інший кейс - телеком-компанія ввела тренінги lean, але лінійні менеджери не звільнили людей від KPI – відвідуваність впала до 18 % і програму припинили через брак часу [[22]]. К. Арджиріс наводить кейс «XYZ Corp.»: керівники проголосили участь, але залишили контроль, у результаті працівники імітували згоду і ініціативи «японських кіл якості» і подвійного циклу навчання не були впроваджені [[2]]. У Е. Шейна наведено приклад зупинки проєкту зміни культури, коли «тривогу виживання» підняли, але не знизили «тривогу навчання»: персонал авіакомпанії почав приховувати інциденти, щоб уникнути покарань. [[21]]. Р. Кеган наводить кейс CEO, який закликав до «вразливості», але ніколи не ділився власними помилками, тому у працівників виник цинізм, а за 6 місяців ініціативу

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

впровадження DDO визнали «неефективною» [[15]]. Гарвін наводить сталеливарний завод, який проводив десятки тренінгів, але не вимірював ефекти: борд урізав бюджет, оскільки «не побачив віддачі» [[9]].

Далі на основі розглянутих нижче українських та міжнародних кейсів необхідно визначити чи запропоновані передумови 1.1-2.4 за умови їх реалізації прибирають попередньо сформульовані 4 культурні перешкоди на рівні країни.

Для підвищення довіри до керівників та організації в цілому необхідне поєднання комплексу передумов 1.1 + 2.1 + 2.2. Тобто інституціоналізація навчання, поєднання навчання та стратегії дадуть результат лише разом із зміною поведінки лідерів та новими політиками без покарання. Міжнародним прикладом є компанія Майкрософт, де частка працівників, які «повністю довіряють своєму менеджеру» протягом 3 років зросла на 17% внаслідок переходу С. Наделли до культури «learn-it-all» замість «do-it-all» у поєднанні з проходженням керівникам програми Model-Coach-Care та скасуванням бюрократичних оцінок (аналог пунктів 2.1 та 2.2) [[25]]. Рівень довіри співробітників до компанії SoftServe за показником eNPS після вдосконалення корпоративного університету та переходу керівників на «коуч-стиль» зріс з +31 до +46 протягом 2020-2023 років [[24]].

Психологічна безпека, коли співробітники не бояться покарання за помилку або висказати свою точку зору, може бути досягнена лише коли аналітика ефективності навчання (1.1) поєднується з впровадженням фасилітаційного стилю управління в командах (2.3) та зміною реакції на помилки у лідерів (2.1). Впровадження показників ефективності без зміни поведінки лише посилять проблему. Найяскравішим міжнародним прикладом є результати дослідження проекту Аристотель від компанії Google, які визначили найважливішою характеристикою ефективних команд саме психологічну безпеку, а запровадження ретроспективного огляду помилок та результатів з правилом №1 «Не карати за помилки» призвело до зростання прибутку на 19% на одного члена команди [[26]].

Щоб працівники, які звикли до авторитарного стилю управління, перестали чекати вказівок, а почали самостійно ділитись ідеями, необхідно, щоб делегування повноважень та відкритість керівника (2.1) були підтверджені реальними повноваженнями та винагородою за ініціативу (2.2) поряд з фасилітаційними командами (2.3), наявністю індивідуальної ініціативності та взаємодопомоги (2.4). Китайська компанія Haier «Rendanheyi» з високою дистанцією влади після дроблення на 4000 самокеровані мікрокомпанії стала отримувати 46 % інноваційних ідей від лінійних працівників, щорічне зростання становило 18% протягом останніх 5 років, а річний дохід склад 32 млрд. доларів у 2020 році [[5]].

Таким чином, запропоновані передумови покривають більшу частину культурних перешкод, наявних у суспільстві. Однак декілька глибших проблем (дуже висока дистанція влади, схильність уникати невизначеності, колективізм «для своїх», бар'єри між підрозділами, низька внутрішня довіра у великих конгломератах) залишаються частково невирішеними. Відтак, для більш повного вирішення культурних проблем на українських підприємствах, доцільно запропонувати додаткові передумови (3.1-3.3):

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

– зменшення рівнів ієрархії, перехід на кросфункціональні команди, впровадження горизонтальної мобільності (для зменшення дистанції влади, зменшення бар'єрів між підрозділами, підвищення ініціативності);

– впровадження безпечних експериментів та гнучких методологій на основі agile/scum/сервіс-дизайну, щоб швидше тестувати гіпотези і знижувати вагу помилок (для підвищення толерування невизначеності);

– найм працівнків зі схожих організаційних культур, «культурний онбординг» нових співробітників (для збереження сформованої культури в умовах масштабування, M&A, оновлення керівників середньої та вищої ланки).

Наведемо нижче кейси, які підтверджують ефективність даних передумов. Турецька телеком-компанія Turkcell впровадила програму «Leaders Without Titles» та усунула 2 рівні менеджменту, а ухвалення рішень перейшло до кросфункціональних команд, в результаті час запуску послуг скоротився з 14 до 4 тижнів (−71 %), а доходи від нових сервісів зросли на 19 % за рік [[20]]. Агрохолдинг Kernel після завершення інтеграції кластерної моделі децентралізованого ухвалення технологічних рішень (дробить 500+ тис. га на автономні виробничі команди), збільшив EBITDA з $262/га до $920/га за рік [[16]]. Українська компанія Grammarly для заохочення експериментів та нових ідей проводила Hack Week, де команди мали тиждень «без титулів» для власних ідей, в результаті отримала більше 70 експериментальних проєктів від 170 учасників [[11]]. SoftServe для збереження культури через «культурний онбординг» створила внутрішню спільноту «Global Educators' Community» (24 % співробітників компанії), з якої 32% учасників отримали підвищення чи перехід на нову роль у 2024 році [[24]]. Компанія Київстар для зменшення рівнів ієрархії зробила agile-трансформацію та «культурний онбординг» в IT-підрозділах, що зменшило час виведення нових сервісів на ринок (TTM) на 30%, підвищило продуктивність DevOps-команд на 14%, а внутрішній індекс задоволеності співпрацею з IT-спеціалістами (CSAT) зріс до 80 %, що свідчить про успішне «вирівнювання» цінностей нових та наявних команд [[23]].

Висновки. Аналіз восьми рецензованих досліджень засвідчив здебільшого двозначні ефекти за умови наявності зрілої L&D-культури: скорочення плинності персоналу на ≈ 13 % та зростання ROI у діапазоні 11–26 %; водночас одне кластерне RCT зафіксувало тризначний фінансовий ефект (ROI ≈ 256 %). Українські емпіричні дослідження демонструють ті самі тренди, але ефект локалізовано переважно в компаніях IT-сектору та міжнародних компаніях. Бар'єрами для культури навчання та розвитку залишаються висока владна дистанція, вузькогруповий колективізм, дефіцит довіри та уникнення невизначеності.

Сформульовано три групи з 9 передумов (1.1-3.3), які узгоджують класичні моделі Сенге-Арджириса-Шейна-Едмондсон із пост-радянським соціокультурним контекстом та кейсами провідних українських компаній. Системна реалізація запропонованих передумов 1.1–3.3 дозволить закласти основу для впровадження будь-якого підходу до формування культури навчання та розвитку, подолати перешкоди соціокультурного середовища, а також підвищити конкурентоздатність, збільшити темпи росту, рентабельності та рівень залученості співробітників.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Попри отримані результати, дослідження має кілька методичних обмежень. Нинішня емпірична база для України ґрунтується переважно на кореляційних даних; відсутність рандомізованих або принаймні квазіекспериментальних дизайнів обмежує каузальні висновки. Корпоративні кейси спираються на самооприлюднені показники (eNPS, внутрішній ROI навчання), що ще не пройшли зовнішньої верифікації, а галузеве представлення зосереджене здебільшого в IT-секторі та міжнародних компаніях.

Наведені обмеження не знижують практичної цінності отриманих передумов, однак визначають пріоритети подальших досліджень:

– Короткостроково (2025–2027). Провести секторальні панельні обстеження: зіставити шкалу DLOQ і показники довіри (eNPS, дистанція влади) з фінансовими KPI (ROI навчання, прибуток на працівника, плинність). Панельна економетрика (фіксовані ефекти, GMM) забезпечить перший в Україні лонгітюдний масив причинних даних. Паралельно — квазіексперименти у великих корпораціях («психологічна безпека» + фасилітаційне лідерство») з контрольними групами для оцінки впливу на інноваційність і плинність кадрів.

– Середньостроково (2027–2030). Здійснити міжгалузеві кейси трансформації «висока владна дистанція → організація, що навчається» (телеком, виробництво, агро, держсектор) і зовнішній аудит корпоративних L&D-метрик з відкритими знеособленими даними; відстежувати динаміку часу до ринку, портфеля інновацій та окупності навчання.

– Довгостроково. Розробити економетричну модель «монетизації довіри», яка поєднає eNPS і міжфункціональну довіру з фінансовими показниками (PLS-SEM, ієрархічна регресія) та використати «природні експерименти» (M&A, мобілізаційні ротації) для перевірки стійкості L&D-культури.

Реалізація цих кроків заповнить прогалину каузальних, контекстуально чутливих даних про економічний ефект культури навчання в умовах високої владної дистанції та низької базової довіри, характерних для українського бізнесу.

Список використаних джерел:

[1] Adhvaryu, A., Kala, N., & Nyshadham, A. (2023). Returns to On-the-Job Soft Skills Training. *Journal of Political Economy*, 131(8), 2165–2208. https://doi.org/10.1086/724320

[2] Argyris, C. (2010). Organizational Traps. *Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199586165.001.0001*

[3] Arthur, W., Bennett, W., Edens, P. S., & Bell, S. T. (2003). Effectiveness of training in organizations: A meta-analysis of design and evaluation features. *Journal of Applied Psychology*, 88(2), 234–245. https://doi.org/10.1037/0021-9010.88.2.234

[4] Bassi, L. J., et al. (2000). *Profiting from Learning: Do Firms' Investments in Education and Training Pay Off? Executive Summary.* ASTD, http://www.openflex.com/press_room/pdf/lms_PFLWhitePaper.pdf

[5] De Smet, A., Steele, R. (2021). *Shattering the status quo: A conversation with Haier's Zhang Ruimin.* McKinsey Quarterly https://www.mckinsey.com/capabilities/people-and-organizational-performance/our-insights/shattering-the-status-quo-a-conversation-with-haiers-zhang-ruimin#/

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[6] Deloitte Ukraine (2023). *The era of skills, innovations, and strong leaders – Deloitte named HR trends 2023*. Deloitte, https://www.deloitte.com/ua/en/about/press-room/human-capital-trends-event.html
[7] Edmondson, A. C., & Harvey, J.-F. (2025). Team Learning in the Field: An Organizing Framework and Avenues for Future Research. *Small Group Research*, 56(3), 614–632. https://doi.org/10.1177/10464964251316877
[8] Garavan, T., McCarthy, A., Lai, Y., Murphy, K., Sheehan, M., & Carbery, R. (2020). Training and organisational performance: A meta-analysis of temporal, institutional and organisational context moderators. *Human Resource Management Journal*, 31(1), 93–119. https://doi.org/10.1111/1748-8583.12284
[9] Garvin, D. A. (2003). *Learning in Action: A Guide to Putting the Learning Organization to Work.* Harvard Business School Press.
[10] Gradus Research. (2022). *Рівень довіри в українському суспільстві під час війни – результати опитування, серпень 2022 р.* https://gradus.app/documents/272/TRUST_IN_UKRAINIAN_SOCIETY_DURING_THE_WAR_UKR.pdf
[11] Grammarly. (2023). *Hack Week.* Grammarly Engineering Blog, https://www.grammarly.com/blog/engineering/hack-week-2022/
[12] Inthavong, P., Rehman, K. U., Masood, K., Shaukat, Z., Hnydiuk-Stefan, A., & Ray, S. (2023). Impact of organizational learning on sustainable firm performance: Intervening effect of organizational networking and innovation. *Heliyon*, 9(5), e16177. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16177
[13] Jones, R. J., Woods, S. A., & Guillaume, Y. R. F. (2015). The effectiveness of workplace coaching: A meta-analysis of learning and performance outcomes from coaching. *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, 89(2), 249–277. https://doi.org/10.1111/joop.12119
[14] Ju, B., Lee, Y., Park, S., & Yoon, S. W. (2021). A Meta-Analytic Review of the Relationship Between Learning Organization and Organizational Performance and Employee Attitudes: Using the Dimensions of Learning Organization Questionnaire. Human Resource Development Review, 20(2), 207–251. https://doi.org/10.1177/1534484320987363
[15] Kegan, R., Lahey, L. L., Miller, M., Fleming, A., Helsing, D. (2016). *An Everyone Culture: Becoming a Deliberately Developmental Organization.* Harvard Business Review Press.
[16] Kernel Holding S.A. (2021). *Annual Report and Accounts for the year ended 30 June 2021*. Kernel Holding S.A., https://www.kernel.ua/wp-content/uploads/2021/10/FY2021_Kernel_Annual_Report.pdf.
[17] Knight, C., Patterson, M., & Dawson, J. (2016). Building work engagement: A systematic review and meta-analysis investigating the effectiveness of work engagement interventions. *Journal of Organizational Behavior*, 38(6), 792–812. https://doi.org/10.1002/job.2167
[18] LMS Collaborator.(2025). *Історії клієнтів*. https://collaborator.biz/stories/
[19] Magala, S. J., Erten, C., Bell, R. M., Claes, M.-T., Yazici, S., & Karabag, A. (2024). Hofstede Matters. *Routledge*. https://doi.org/10.4324/9781003410348
[20] Tawfik, J., Cherian, A. (2019). *Leaders Without Titles: Turkcell: case study.* INSEAD.
[21] Schein, E. H. (2010). *Organizational Culture and Leadership. 4th ed.* Jossey-Bass.
[22] Senge, P. M. (2020). Commentary: Why practicing a system's perspective is easier said than done. Applied Developmental Science, 24(1), 57–61. https://doi.org/10.1080/10888691.2017.1421429
[23] SoftServe. (2018). *Kyivstar reduces time-to-market up to 30 % with agile transformation: case study* SoftServe, https://www.softserveinc.com/files/cases/agile-transformation-for-kyivstar.pdf

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[24] SoftServe University. (2024). *SoftServe University 2024 Annual Report* SoftServe Inc., https://www.softserveinc.com/files/pdf/ssu-report-2024.pdf
[25] Tabrizi, B. (2023). *How Microsoft Became Innovative Again*. Harvard Business Review. https://hbr.org/2023/02/how-microsoft-became-innovative-again
[26] Tamiru, N. (2023). *Team dynamics: Five keys to building effective teams*. Think with Google, https://www.thinkwithgoogle.com/intl/en-emea/future-of-marketing/management-and-culture/five-dynamics-effective-team/
[27] Tharenou, P., Saks, A. M., & Moore, C. (2007). A review and critique of research on training and organizational-level outcomes. *Human Resource Management Review*, 17(3), 251–273. https://doi.org/10.1016/j.hrmr.2007.07.004
[28] Volevakha, I. B., Kolomiiets, N. V., & Kukhar, T. V. (2021). Organizational factors of psychological safety in the workplace. *Wiadomości Lekarskie*, 74(11), 2789–2793. https://doi.org/10.36740/wlek202111119
[29] Zholonko, T. (2020). Learning organization: world experience and Ukrainian realities. *Galic'kij Ekonomičnij Visnik*, 66(5), 162–169. https://doi.org/10.33108/galicianvisnyk_tntu2020.05.162
[30] Вишлінський, Г., Михайлишина, Д., Мироненко, О., Самойлюк, М., Левченко, Є., Томіліна, М. (2024). *Українські біженці. Майбутнє за кордоном та плани на повернення. Третя хвиля дослідження*. ЦЕС. https://ces.org.ua/wp-content/uploads/2024/03/ukra%D1%97nski-bizhenczi.-majbutn%D1%94-za-kordonom-ta-plani-na-povernennya.-tretya-hvilya-doslidzhennya.pdf
[31] Жильцова, О., Ноздрачов, С. (2023). *Культура довіри в компанії*. KMBS. https://kmbs.ua/ua/article/article22032023
[32] РАУ. (2025) *Comfy – серед лідерів премії UCXE 2025*. https://rau.ua/dosvid/marketing-uk/comfy-sered-lideriv-premii-ucxe-2025/
[33] Ситнік, С., Борозенцева, Т., Резнікова, О. (2023). Взаємозв'язок стилів керівництва та організаційної довіри працівників. *Psychology Travelogs*, (2), 140–147. https://doi.org/10.31891/pt-2023-2-12
[34] Український центр європейської політики. (2020). *Світове дослідження цінностей 2020 в Україні. Звіт за результатами сьомої хвилі WVS*. https://ucep.org.ua/wp-content/uploads/2020/11/WVS_UA_2020_report_WEB.pdf

PREREQUISITES FOR FOSTERING A LEARNING AND DEVELOPMENT CULTURE WITHIN UKRAINIAN ENTERPRISES

Dryga Ievgen Igorovich
PhD Student, 051 Economics
Bogdan Khmelnitsky Melitopol State Pedagogical University, Ukraine

Summary. *Ukrainian firms face an unprecedented talent deficit and must move beyond episodic training to a systemic learning and development (L&D) culture. However, the country's high power-distance, low interpersonal trust and siloed collectivism thwart classical Western models of organizational learning. This research aims to identify a universal set of prerequisites that would allow different learning and development culture frameworks to work under the socio-cultural constraints of Ukraine and similar post-Soviet economies. An exploratory mixed-methods design integrated a systematic review of articles from journals indexed in the Scopus and Web of Science bibliometric databases under strict inclusion criteria (peer review, ≥ 500 participants or meta-analysis/RCT, at least one objective performance KPI) and multiple embedded case studies of Ukrainian companies from different industries. Triangulation across theory, global statistics and*

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

local practice isolated factors confirmed by at least two independent data types. Three groups with nine core prerequisites were identified. Advanced Ukrainian enterprises are mostly implementing the first group of basic prerequisites, with some exceptions, while the following two groups of prerequisites are mostly not being paid attention to. The third group of prerequisites was specifically identified to ensure that the previously identified four main national inhibitors of learning and development culture in Ukraine are fully addressed. Complete fulfillment of these three groups of prerequisites makes it possible to implement any approach to fostering a learning and development culture in the Ukrainian national cultural context. The study offers a roadmap for Ukrainian enterprises struggling to foster a learning and development culture. The findings expand classical learning-organization theory by integrating socio-cultural moderators and provide practitioners with a step-by-step template for increasing financial and non-financial performance. Future research should employ longitudinal panel designs and quasi-experiments to establish causality and to monetize culture as a strategic asset.

Keywords: *organizational learning; learning culture; learning organization; knowledge management; corporate training; innovations.*

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.014

ФОРМУВАННЯ ІНВЕСТИЦІЙНО-ІННОВАЦІЙНОГО СЕРЕДОВИЩА РОЗВИТКУ АГРОБІЗНЕСУ В КОНТЕКСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

Гончаренко Оксана Володимирівна
доктор економічних наук, професор,
професор кафедри економіки
Дніпровський державний аграрно-економічний університет, Дніпро, Україна

Воздвиженський Валерій Валерійович
аспірант кафедри економіки
Дніпровський державний аграрно-економічний університет, Дніпро, Україна

Анотація. *У статті обґрунтовані інвестиційно-інноваційні засади та інституціональні інструменти модернізаційних змін агропромислового виробництва та розвитку сільськогосподарських підприємств. Встановлено, що забезпечення інноваційної динаміки потребує формування інвестиційно-інноваційного середовища, сприятливого до технологічного оновлення, а також врахування еволюційних і онтологічних особливостей розвитку агроінновацій. Обґрунтовані інноваційні імперативи на шляху до підвищення конкурентоспроможності сільськогосподарських підприємств та забезпечення їх стійкості: запровадження стимулів до використання процесових і продуктових агроінновацій; поширення нових бізнес-моделей й організаційних форм ведення діяльності; стимулювання наукових розробок, підтримка функціонування дослідних структур й формування сприятливого до інноваційної динаміки дослідницького середовища.*

Ключові слова: *агробізнес, агропромислове виробництво, агроінновації, економічна безпека, інвестиції, інвестиційне середовище, сільськогосподарські підприємства, стійкість, інституціональні інструменти, інноваційний розвиток.*

Постановка проблеми. Забезпечення стійкого стану економічної безпеки стало пріоритетним завданням в умовах кризових змін в аграрній сфері, які загострилися під впливом пандемії, війни й актуалізації проблем світової продовольчої безпеки. Низька адаптивність сільськогосподарських підприємств в умовах невизначеності позначилася на уразливості сформованих ланцюгів постачання продовольчої продукції і вузькоспеціалізованого аграрного виробництва та експорту сировини. Розв'язання наявних проблем потребує обрання ширшого контексту дослідження і оцінки не тільки економічних чинників але й інституціональних та структурних. Так нові реалії потребують більш збалансованої структури

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

суспільного господарства та усунення наявної вузької спеціалізації виробництва, що зменшить ступінь залежності національного господарства від мінливого глобального середовища при реалізації товарів на світовому ринку й мінімізує загрози продовольчої безпеки для споживачів в нестабільних умовах.

Для збалансування відтворювальних та галузевих пропорцій розвитку аграрного виробництва важливо сформувати стимули для структурних змін, розвитку і підтримки малих форм агробізнесу, інтеграції виробничих процесів різних структур й форм аграрної сфери, використання сформованих ще у довоєнний період конкурентних переваг (забезпеченість країни продовольством та сировиною; достатньо високі показники виробництва за тривалий період; збільшення обсягів інвестування в аграрній галузі й сільськогосподарської продукції з вищою часткою створеної доданої вартості).

Аналіз досліджень і публікацій. Обґрунтування інноваційної відтворювальної динаміки в агропромисловому виробництві потребує відповідного наукового підходу й методологічного інструментарію, що сприятимуть розкриттю сутності процесів та дозволять урахувати нові реалії, сформувати механізми фінансової підтримки й стимули до розвитку, обґрунтувати інструменти та рушійні сили інноваційного розвитку. Рушійні чинники інноваційної модернізації, фактори забезпечення стійкого розвитку, трансформаційні зміни економічних систем досліджувалися в наукових працях А. Гриценка, А. Гейця, Л. Федулової, А. Чухна [1] та інших. Інноваційну відтворювальну динаміку та перспективи структурної модернізації аграрного виробництва за умов формування стійкого стану економічної безпеки сільськогосподарських підприємств вивчали М. Малік, Л. Молдаван, К. Прокопенко, П. Саблук, Л. Федулова, О. Шпикуляк, О. Шубравська [2;4; 6].

При значному обсязі теоретичного загалу й різноманітті методологічного інструментарію досліджень, присвячених модернізаційним перетворенням економічних систем та керованого впливу на економічну динаміку, залишилися дискусійними питання, що стосуються формування сприятливого інноваційно-інвестиційного середовища діяльності агробізнесу, реалізації інструментів впливу на започаткування інноваційної модернізації аграрного виробництва, активізації інноваційного процесу та залучення до нього сільськогосподарських підприємств, – що актуалізує важливість та обумовлює перспективність подальшого наукового дискурсу в сфері зазначеної проблематики.

Мета роботи. Метою даної статті є обґрунтування інвестиційно-інноваційних засад й інституціональних інструментів модернізаційних змін агропромислового виробництва та розвитку сільськогосподарських підприємств.

Виклад основного матеріалу. В довоєнному періоді розвитку вітчизняні сільськогосподарські підприємства орієнтувалися на запити глобального ринку та перебували під впливом як сукупності позитивних трендів глобального середовища (цифровізація, зростання продуктивності, залучення сучасних технологій, включення до глобальних ланцюгів вартості) так і ряду ендогенних процесів (кліматичні зміни, вільний обіг сільськогосподарських земель).

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Сільськогосподарська продукція в загальній структурі національного експорту фактично забезпечувала до третини його обсягу, а в його складі майже 80% обсягу експорту формували пшениця, кукурудза, ячмінь та олія. З огляду на наявну структуру сівозмін та структуру товарної продукції, яка спрямовується на світовий ринок, експортна агропродовольча спеціалізація сільського господарства може вважатися сировинною (рис. 1) і вузько асортиментною [3, с.52-56].

Зазначене відповідає негативній тенденції щодо низькоефективної товарної структури сільськогосподарської продукції, що виявляє себе у домінуванні обсягів продажу на глобальному ринку неперероблених продукції та зниженні питомої ваги обсягів обробленої. Відтак, за період сприятливої цінової кон'юнктури виробникам сільськогосподарської продукції не вдалося змінити вектор розвитку, а намагання розширити експортний потенціал призвело до переважання сировинної спрямованості, а наявна агропродовольча спеціалізація виявилася вузько асортиментною та сировинною. Сформована спеціалізація протирічать глобальним тенденціям та інтернаціоналізації, що доводить необхідність в період повоєнного відновлення реалізувати структурну трансформацію агропромислового виробництва на інноваційних засадах.

Модернізаційні зміни агропромислового виробництва та сільськогосподарських підприємств потребують врахування екзогенних і ендогенних чинників, а існуючий стан аграрної сфери, яка проходить біфуркаційний період відкриває певні перспективи повоєнного подальшого розвитку.

Ендогенні фактори та інноваційні перспективи розвитку агропромислового виробництва
сировинна експортно-спрямована спеціалізація; переважання в структурі сівозмін олійних, зернових культур; низька частка тваринництва; деградація стану сільськогосподарських земель (водна, вітрова ерозія, зниження частки гумусу, засоленість земель, дефіцит водних ресурсів); збільшення обсягів товарної необробленої продукції; скорочення оборотів переробленої експортної сільськогосподарської продукції; несприйнятливість вітчизняних агроінновацій, архаїчна модель організації інноваційного процесу в агросфері, залежність агросфери від імпортних технологічних розробок
Загрози для повоєнного відновлення та реалізації інноваційного розвитку внутрішні загрози: вузькість сегментів внутрішнього ринку аграрної продукції і низька купівельна спроможність населення; руйнування експортної логістики; обмеженість поглибленої глибокої переробки аграрної продукції; погіршення природного ресурсного потенціалу; збільшення обсягів деградованих земель зовнішні загрози: збільшення попиту та зміни у перевагах споживачів світового і внутрішнього ринків на користь більш якісної і безпечної продукції; кліматичні зміни та напрями диверсифікації аграрного виробництва; орієнтація світових виробників на тренд ресурсозбереження; поступальний рух до збільшення частки споживання продукції рослинного походження

Рис. 1. Структурна характеристика та онтологічні особливості агропромислового виробництва

Джерело: розробка авторів

Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Для модернізаційних трансформацій і реалізації стратегічних інноваційних орієнтирів важливо визначитись із інструментами керованої модернізації аграрної сфери та врахувати тенденції розвитку глобального світового сільського господарства в умовах становлення постіндустріальної моделі: трансформація сучасного світового сільського господарства у формат мережевого глобального аграрного кластеру; концентрація інвестицій навколо запровадження технологій Індустрії 4.0 (біотехнологічні, технології переробки продукції і логістика, креативне продовольство, платформи для мережевої комерції, робототехніка, біоматеріали); зростання попиту на висококваліфікованих фахівців і вимог до системи вищої освіти в умовах підвищення технологічності аграрного виробництва.

Інноваційний шлях розвитку потребує залучення інвестицій та інноваційних розробок вітчизняного і закордонного виробництва. Для забезпечення інноваційної динаміки важливо сформувати інвестиційно-інноваційне середовище, сприятливе до технологічного оновлення, а також врахувати еволюційні і онтологічні особливості розвитку агроінновацій. Так інновації в агросфері характеризуються значною вартістю, тривалістю продукування внаслідок специфічних технологічних особливостей аграрного виробництва та специфіки інноваційного процесу в аграрній сфері; взаємовпливом і взаємозалежністю технологічного та природного процесу при значній вартості логістичних витрат, що негативно впливає на інвестиційну привабливість галузі; низькою часткою аграрних підприємств, які готові інвестувати в дослідження і розробки та впроваджувати агроінновації; низькою затребуваністю малими сільськогосподарськими підприємствами та фермерами наукових розробок і нововведень при наявному дефіциту фінансових ресурсів та екстенсивному характері господарювання; відсутністю сформованого інституціонального середовища для продукування і дифузії вітчизняних інновацій, що підвищує попит виробника на закордонні розробки і не стимулює до розвитку власного машинобудування та аграрної науки.

В складних умовах невизначеності вітчизняним аграріям для забезпечення стійкого стану економічної безпеки важливо врахувати глобальні тренди розвитку й виробництва, зокрема пов'язані із поглибленням поділу праці і спеціалізації, поширенням сучасних бізнес-стратегій й бізнес-моделей, де реалізовані новітні організаційні інновації (виробничий, IT, фінансовий аутсорсинг, краудсорсінг, офшоринг, аутстафінг, консалтинг). Інноваційний вектор розвитку детермінував поширення новітніх форм організації праці, поглибив її спеціалізацію, інтегрував потреби й запити, переваги суб'єктів економіки, розвинув партнерські мережі та інформаційні платформи, комунікації, сервіси. Разом із тим, низькі темпи модернізації національного господарство та його прямування до вищих технологічних укладів, низький темп інтеграції, домінування сировинної спрямованості, ресурсовитратні технології, інституціональні й фінансові обмеження не сприяють розвитку інновацій та новітніх форм організації бізнесу й бізнес-моделей як в масштабах всієї економіки, так і в аграрному виробництві.

Для реалізації структурних змін та фінансового забезпечення інноваційного розвитку агропромислового виробництва важливо оцінити

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

наявні джерела та динаміку інвестицій. Інвестиційне забезпечення аграрної галузі, в значній мірі корелює із її структурними змінами та експортними перевагами виробників й власників капіталів. Так тривалий період інвестиційні ресурси в агросфері спрямовувалися до привабливішої рослинницької галузі, зокрема тих виробництв і господарств, що вирощували зернові й олійні культури. Подібний інвестиційний процес остаточно закріпив деформовану структуру виробництва у сільському господарстві і сировинну спеціалізацію. Динаміка інвестиційних коштів, які спрямовувалися до аграрного виробництва переважно характеризувалася стрибкоподібною динамікою, а позитивний тренд було відновлено тільки за підсумками 2021 р. [5]. Уповільненість динаміки інвестиційних вкладень в агропромисловому виробництві обумовлена ускладненням цінової й логістичної ситуації на світових ринках сировини й продовольства, глобальною кризою, пандемією, що погіршило фінансовий стан сільськогосподарських виробників, скоротило потенціал капітальних інвестицій, звузило можливість залучити зовнішнє інвестування та постало загрозою для їх економічної безпеки.

Формування інвестиційно-інноваційного середовища, сприятливого для розвитку агропромислового виробництва потребує реалізації інституціональних впливів й запровадження стимулів до залучення інвестицій і продукування інновацій; забезпечення захисту створеної інтелектуальної власності; розвитку і підвищення якості аграрної науки і освіти; стимулювання зростання доходів товаровиробників і працівників аграрних підприємств, розвитку сільських громад; модернізації комунікацій, логістики й інфраструктури.

Висновки та пропозиції. Ендогенними характеристиками розвитку агропромислового виробництва стали сировинна експортна спрямованість, неефективна структура й асортиментний склад торгівлі, переважання обсягів вирощування та продаж непереробленої продукції. Негативним проявом незбалансованої структури агропромислового виробництва і відтворювального процесу в ній стала відсутність інноваційного розвитку. При низькій інноваційній активності сільськогосподарських підприємств галузь характеризувалася погіршенням фінансового стану сільськогосподарських виробників, зменшенням потенціалу капітальних інвестицій, звуженням можливостей залучення зовнішнього інвестування, що в сукупності постало загрозою для економічної безпеки сільськогосподарських підприємств.

Важливими інноваційними імперативами на шляху до підвищення конкурентоспроможності сільськогосподарських підприємств є запровадження стимулів до використання процесових і продуктових агроінновацій, поширення нових бізнес-моделей й організаційних форм ведення діяльності, стимулювання наукових розробок, підтримка функціонування дослідних структур й формування сприятливого до інноваційної динаміки дослідницького середовища.

В короткостроковому періоді важливо запровадити інституціональні регулюючі інструменти, спрямовані на трансформацію викривленої структури аграрного виробництва, зміну вузькоспеціалізованої моделі виробництва й моноекспорту. У довгостроковому періоді розвитку необхідні управлінські

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

впливи, орієнтовані на модернізацію сільськогосподарського виробництва та продукування й поширення агроінновацій.

Список використаних джерел:

[1] Відтворювальна динаміка економічних систем: інститути та діяльність : монографія / за ред. чл.-кор. Гриценка А.А. ; НАН України, ДУ «Ін-т екон. та прогнозув. НАН України». Електрон. дані. К., 2018. 524 с.
[2] Виклики та наслідки агропродовольчої спеціалізації України у світовій економіці : колективна монографія / за ред. д-ра екон. наук Шубравської О.В. ; НАН України, ДУ «Ін-т екон. та прогнозув. НАН України». Електрон. дані. К., 2023. 254 с.
[3] Гончаренко О. В., Бокоч О.В., Ненахова М. І., Владіміров І. А. Інноваційні тренди розвитку суб'єктів агропромислового виробництва. *Економіка харчової промисловості*. 2023. Т.15, вип. 2. С. 55-61. https://doi.org/10.15673/fie.v15i2.2676
[4] Саблук П.Т. Інноваційна діяльність в аграрній сфері: інституціональний аспект: монографія / П.Т. Саблук, О.Г. Шпикуляк, Л.І. Курило. К. : ННЦ ІАЕ, 2010. 706 с.
[5] Сільське господарство України : Статистичний збірник / за ред. О. М. Прокопенка К. : Держстат України, 2022. 222 с.
[6] Шубравська О.В., Прокопенко К.О. Забезпечення продовольчої безпеки України: повоєнний контекст. *Економіка України*. 2022. № 7. С. 21–42. https://doi.org/10.15407/economyukr.2022.07.021

FORMATION OF INVESTMENT AND INNOVATION ENVIRONMENT FOR AGRIBUSINESS DEVELOPMENT IN THE CONTEXT OF ECONOMIC SECURITY

Honcharenko Oksana
Doctor of Economic Sciences, Professor,
Professor of Economics Department
Dnipro State Agrarian and Economic University, Ukraine
Vozdvyzhenskyi Valerii
Postgraduate student of the Department of Economics
Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

Summary. *The article substantiates the investment and innovation principles and institutional instruments of modernization changes in agricultural production and development of agricultural enterprises. It is established that ensuring innovative dynamics requires the formation of an investment and innovation environment conducive to technological renewal, as well as taking into account the evolutionary and ontological features of the development of agro-innovation. The innovative imperatives on the way to increasing the competitiveness of agricultural enterprises and ensuring their sustainability are substantiated: introduction of incentives for the use of process and product agro-innovations; dissemination of new business models and organizational forms of doing business; stimulation of scientific research, support for the functioning of research structures and formation of a research environment favorable to innovative dynamics.*

Keywords: *agribusiness, agro-industrial production, agro-innovation, economic security, investment, investment environment, agricultural enterprises, sustainability, institutional instruments, innovative development.*

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License 2025

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.015

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ В МАРКЕТИНГУ: ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ

Кудельський В.Е.
кандидат економічних наук, доцент
Хмельницький університет управління та права імені Леоніда Юзькова, Україна

Анотація. *В статті досліджено вплив штучного інтелекту на розвиток маркетингу. Досліджено напрямки штучного інтелекту в маркетингу. Виділено моделі стратегічного впровадження штучного інтелекту в маркетинг. Автор статті наголошує на необхідності поєднання обчислювальної техніки штучного інтелекту з імітацією людських здібностей. Визначено типи інтелекту застосовані в маркетингових дослідженнях. Досліджено типи штучного інтелекту та їх унікальність та цінність для користувачів. Автором запропоновано трирівневу стратегічну модель використання штучного інтелекту в маркетингу. Досліджено елементи маркетингових дій для штучного інтелекту. Сформовано переваги від застосування штучного інтелекту для ведення бізнесу та основні задачі. Досліджено переваги та недоліки від використання штучного інтелекту в маркетингу. Досліджено проблеми штучного інтелекту.*

Ключові слова: *маркетинг, ринок, попит, пропозиція, споживач, конкуренція, дослідження, рівновага, держава, штучний інтелект.*

Постановка проблеми. Штучний інтелект (ШІ) набуває все більшого поширення в маркетингу, змінюючи кожен аспект даної галузі. За допомогою штучного інтелекту змінюються підходи до створення контенту, лідогенерації, управління клієнтським досвідом, аналізу даних, прогнозування тощо. Застосування штучного інтелекту в маркетингу актуальна потреба для бізнесу, який хоче залишатися конкурентним та ефективним. Понад 90% маркетологів інтегрують ту чи іншу форму штучного інтелекту у свою маркетингову діяльність [1]. Бренди використовують ШІ для створення рекламних кампаній на всіх каналах – від email-розсилок до постів у соціальних мережах. За допомогою штучного інтелекту можна збільшити рівень залученості клієнтів через удосконалення рекламних креативів, автоматичні відповіді на телефонні дзвінки, чат-боти, більш глибокій та детальній аналітиці зібраних маркетингових даних [2; 3] тощо. ШІ також використовується для розуміння і прогнозування поведінки клієнтів, створення маркетингового міксу (4P) і допомоги в процесах прийняття маркетингових рішень [4]. Тоиму постає необхідність обґрунтування доцільності, ефективності, можливостей та перспектив використання штучного інтелекту та окремих інструментів у маркетингу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженям використання штучного інтелекту у маркетингу займаються вітчизняні та іноземні дослідників,

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

асаме: Беспалько О. [1], Бистрова І. [2], Кондуфоров О., Штанько В. [4], Погребняк А. [6], Подорожнюк Ю.В., Білоусько Т.М., [7], Davenport T., Guha A., Grewal D., Brevgott T. [3], Mustak M., Salminen J., Plé L., Wirtz J. [5], Faust J. [8] та інші. Проте, враховуючи стрімке зростання ролі штучного інтелекту у маркетингу, а й світі в цілому постала потреба в подальшій актуалізації існуючих досліджень

Мета статті. Метою дослідження є формування моделі планування ШІ у маркетингових стратегіях з поєднанням різні напрями досліджень - від алгоритмів і психології до соціальних ефектів і управлінських аспектів – з метою виявлення ефективно інтегрувати у маркетингову практику. Крім того, ця стаття сприяє розвитку стратегічного маркетингу, пропонуючи чіткий підхід до виявлення дослідницьких прогалин.

Виклад основного матеріалу. Штучний інтелект стрімко трансформує маркетинг. Завдяки стрімкому зростанню обчислювальних потужностей, здешевленню технологій, доступу до великих масивів даних і прориву в алгоритмах машинного навчання - ШІ стає ключовим інструментом у руках маркетологів.

Сьогодні ми вже бачимо, як провідні бренди інтегрують ШІ у свої стратегії:

- Amazon Prime Шlr доставляє товари дронами.
- Domino's тестує автономні автомобілі та роботів для доставки піци.
- RedBalloon використовує ШІ-платформу Albert, щоб знаходити нових клієнтів.
- Macy's On Call - віртуальний помічник у магазині, що працює на базі обробки природної мови.
- Lexus доручає написання сценаріїв рекламних роликів IBM Watson.
- Affectiva зчитує емоції глядачів під час перегляду реклами.
- Replika, чат-бот на базі машинного навчання, створює емоційний зв'язок з користувачами, імітуючи їхню манеру спілкування.

Фахівці сходяться в одному: ШІ радикально змінить майбутнє маркетингу. Але попри успішні кейси, академічна наука досі не дала бізнесу чіткої відповіді - як саме найефективніше використовувати ШІ для максимального маркетингового впливу.

Дослідницька література про штучний інтелект у маркетингу умовно поділяється на чотири основні напрями. Перший - це технічні ШІ-алгоритми, які вирішують конкретні маркетингові завдання, наприклад, прогнозування поведінки клієнтів або оптимізація продуктових рішень. Другий напрям - вивчення психологічних реакцій споживачів на ШІ: як клієнти сприймають взаємодію з роботами, алгоритмами або чат-ботами. Третій - аналіз впливу ШІ на зайнятість і соціальні процеси: як змінюється ринок праці, ролі людей і бізнес-моделі. І нарешті, четвертий напрям зосереджений на управлінських і стратегічних питаннях - як компаніям інтегрувати ШІ у свої процеси, формувати стратегії й отримувати конкурентну перевагу. Наприклад, аналіз неструктурованих даних у різних сферах маркетингу, застосування аналітики для розуміння цінності споживача в охороні здоров'я, використання машинного навчання для персоналізації мобільного маркетингу, впровадження інновацій у фізичних точках продажу (роботи, розумні дисплеї,

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

доповнена реальність) для зручності та підсилення емоційної присутності, а також використання ШІ для персоналізованої взаємодії з клієнтами.

Щоб допомогти компаніям стратегічно впроваджувати ШІ у маркетинг, автор пропонуємо трирівневу модель: від маркетингових досліджень - до стратегії (сегментація, таргетинг, позиціонування) - і далі до практичних дій (4P/4C). Ця модель базується на глибшому розумінні технологічного розвитку ШІ, аналізі існуючих досліджень та поточних і перспективних напрямів його застосування. Її можна використовувати як інструмент стратегічного планування, для систематизації наявних наукових праць у сфері ШІ-маркетингу, а також для виявлення прогалин у дослідженнях.

ШІ може відігравати ключову роль на кожному з трьох етапів стратегічного маркетингу. Існує кілька типів ШІ, які маркетолог може використовувати: механічний, мислячий та емоційний.

На думку автора ШІ можна використання як обчислювальну техніку для імітації людських здібностей - виконання фізичних або механічних завдань, мислення і відчуттів. Замість того, щоб уявляти ШІ лише як «мислячу машину», концепція множинних інтелектів передбачає, що ШІ може мати різні види інтелекту, як і люди, для різних завдань. За складністю реалізації їх можна впорядкувати так: механічний, мислячий та емоційний ШІ.

Механічний ШІ призначений для автоматизації повторюваних і рутинних завдань. Наприклад, дистанційне зондування, машинний переклад, алгоритми класифікації, кластеризації та зменшення розмірності - це сучасні приклади механічного ШІ.

Мислячий ШІ працює з обробкою даних, щоб робити нові висновки або приймати рішення. Ці дані зазвичай мають неструктурований характер. Мислячий ШІ вміє знаходити закономірності та шаблони у даних, наприклад, текстовий майнінг, розпізнавання мови та облич. Методи машинного навчання, нейронні мережі та глибинне навчання (нейронні мережі з додатковими шарами) є прикладами таких технологій. IBM Watson, експертні системи та системи рекомендацій - це сучасні застосування мислячого ШІ для прийняття рішень.

Емоційний ШІ орієнтований на двосторонню взаємодію з людьми та/або аналіз людських емоцій і почуттів. Серед сучасних технологій - аналіз сентименту, обробка природної мови (NLP), перетворення тексту в мовлення, рекурентні нейронні мережі (RNN), чатботи, що імітують людську мову, віртуальні агенти для взаємодії з людьми, а також роботи зі спеціалізованим обладнанням для розпізнавання емоційних сигналів.

Важливо врахувати два застереження щодо концепції множинних інтелектів ШІ. По-перше, хоча ми виділяємо три типи інтелекту, віднесення конкретних застосувань до певного виду здебільшого базується на їхній меті використання. Деякі застосунки можуть містити елементи кількох типів інтелекту, тож ці три категорії можна розглядати як нечіткі множини. Наприклад, розпізнавання облич для ідентифікації особи - це мислячий ШІ (як-от у прикордонному контролі для виявлення потенційних загроз), тоді як розпізнавання емоцій за виразом обличчя - емоційний ШІ. По-друге, наразі справжнього емоційного ШІ ще не існує; тому зараз для аналізу емоційних

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

даних (афективна аналітика) та двосторонньої взаємодії (чатботи, соціальні боти) застосовують мислячий ШІ. Емоційні дані відрізняються від когнітивних тим, що вони контекстуальні, індивідуально специфічні та зазвичай багатомодальні (мова, жести, інтонація). Тобто для ефективного моделювання емоційного стану людини емоційний ШІ має враховувати як контекст, так і особливості кожної особистості.

Кожен із типів ШІ має свою унікальну цінність: механічний ШІ найкраще підходить для стандартизації, мислячий ШІ - для персоналізації, а емоційний ШІ - для налагодження глибоких взаємин з клієнтами.

Механічний ШІ забезпечує стандартизацію завдяки своїй здатності працювати послідовно. У маркетингу різні форми механічного ШІ використовуються саме для цього: колаборативні роботи допомагають з пакуванням, дрони розподіляють фізичні товари, роботи самообслуговування доставляють послуги, а сервісні роботи автоматизують присутність на передовій. Всі ці застосування спрямовані на досягнення стандартизованих, послідовних і надійних результатів.

Мислячий ШІ забезпечує персоналізацію завдяки здатності розпізнавати закономірності в даних, таких як текстовий майнінг, розпізнавання мови чи обличчя. Будь-які маркетингові функції та активності, які можуть виграти від персоналізованих результатів, мають враховувати мислячий ШІ. Найпоширенішими застосуваннями в маркетингу є різні системи персоналізованих рекомендацій, як-от рекомендації фільмів на Netflix чи крос-продажі на Amazon.

Емоційний ШІ забезпечує глибше персоналізоване встановлення відносин завдяки здатності розпізнавати та реагувати на емоції. Будь-які маркетингові функції чи активності, що передбачають взаємодію та комунікацію з метою зміцнення відносин (особливо коли цінність клієнта висока), мають враховувати емоційний ШІ - наприклад, у сфері обслуговування клієнтів. Багато маркетингових процесів пов'язані з емоціями: задоволеність клієнтів, скарги, настрій, емоції у рекламі тощо, і всі вони можуть ефективно використовувати емоційний ШІ.

Автор пропонує трирівневу стратегічну модель використання ШІ в маркетингу, яка враховує три типи інтелекту ШІ та їхні переваги (табл.1).

Таблиця 1

Типи штучного інтелекту - стратегічне рішення

Сфера	Механічний ШІ	Мислячий ШІ	Емоційний ШІ
Маркетингові дослідження	Збір даних Автоматизація безперервного моніторингу, збору та обробки ринкових і споживчих даних	Аналіз ринку Використання аналітики для виявлення конкурентів і конкурентних переваг	Розуміння споживача Використання емоційних даних та аналітики для виявлення потреб і бажань клієнтів

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Продовження таблиці 1

Сфера	Механічний ШІ	Мислячий ШІ	Емоційний ШІ
Маркетингова стратегія (STP)	Сегментація Ідентифікація нових патернів уподобань клієнтів за допомогою механічного ШІ	Таргетинг Рекомендації щодо оптимальних цільових сегментів	Позиціонування Розробка позиціонування, що емоційно відгукується клієнтам
Маркетингова дія (4Ps/4Cs)	Стандартизація	Персоналізація	Реляціоналізація
Продукт / Споживач	Автоматизація процесу задоволення потреб і бажань клієнтів	Персоналізація продуктів відповідно до вподобань клієнтів	Розуміння та задовлення емоційних потреб і бажань клієнтів
Ціна / Витрати	Автоматизація ціноутворення та оплати	Персоналізація цін з урахуванням готовності клієнта платити	Інтерактивне узгодження ціни й аргументація цінності
Місце / Зручність	Автоматизований доступ клієнта до продукту	Персоналізація взаємодії з клієнтом на «фронт-лінії»	Персоналізація досвіду для залучення клієнта
Просування / Комунікація	Персоналізація досвіду для залучення клієнта	Індивідуалізація рекламного контенту для персоналізованої комунікації	Адаптація комунікації відповідно до емоційних уподобань та реакцій клієнта

На етапі маркетингових досліджень ШІ застосовується для збору ринкової інформації: механічний ШІ відповідає за збір даних, мислячий ШІ - за аналіз ринку, а емоційний ШІ - за глибоке розуміння споживачів.

На етапі маркетингової стратегії ШІ допомагає приймати ключові рішення щодо сегментації, таргетингу та позиціонування. Зокрема, механічний ШІ ідеально підходить для виявлення нових моделей уподобань клієнтів у неструктурованих даних, мислячий ШІ рекомендує найбільш перспективні сегменти для таргетингу, а емоційний ШІ допомагає ефективно комунікувати з цільовою аудиторією.

На етапі маркетингових дій ШІ забезпечує стандартизацію, персоналізацію та налагодження відносин як окремо, так і в комбінації. Маркетологам потрібно обирати, який тип ШІ використовувати для конкретних завдань. Наприклад, оплата та доставка виграють від стандартизації за допомогою механічного ШІ, як-от автоматичні платежі та відстеження доставки.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Цифровий маркетинг отримує переваги персоналізації через мислячий ШІ, наприклад, системи рекомендацій. Обслуговування клієнтів і взаємодія на передовій виграють від налагодження відносин за допомогою емоційного ШІ, такого як соціальні роботи, що вітають клієнтів, або розмовні ШІ для підтримки клієнтів. Обговорення стратегічного використання ШІ на етапі дій подано з урахуванням моделі 4P/4C, щоб врахувати інтереси як маркетологів, так і клієнтів.

У таблиці 1 визначено ключові елементи цієї стратегії ШІ, маркетингових дій із застосуванням механічного ШІ для стандартизації, мислячого ШІ для персоналізації та емоційного ШІ для налагодження відносин, а таблиця 3 підсумовує існуючі дослідження у кожній зі стратегічних складових. На цьому стратегічному етапі механічний ШІ використовується для збору даних, мислячий ШІ - для аналізу ринку, а емоційний ШІ - для розуміння споживачів.

Механічний ШІ автоматизує збір інформації про ринок, середовище, компанію, конкурентів і клієнтів. У цифровому світі ринкові дані легко відстежувати і контролювати. Збирання, відслідковування та фіксація даних - це рутинні і повторювані завдання, які ідеально підходять для автоматизації механічним ШІ.

Збір даних механічним ШІ не обмежується лише спостереженням за поведінкою - він також допомагає автоматизувати проведення опитувань і експериментів для фіксації психографічних характеристик, думок і ставлень споживачів. Наприклад, тепер немає потреби у ручному контролі за опитуваннями - цю роботу виконують автоматизовані платформи, як-от SurveyMonkey та SurveyCake, які створюють опитування і збирають дані самостійно.

Мислячий ШІ допомагає визначати конкурентів на відомому ринку або знаходити альтернативи на новому ринку, а також отримувати інсайти щодо конкурентних переваг продукту - як він може краще задовольнити потреби клієнтів у порівнянні з конкурентами. Наприклад, кероване машинне навчання ефективне для зрілих ринків зі стабільною структурою, відомою маркетологам, тоді як некероване машинне навчання застосовується для нових, нестабільних ринків, де структура і тренди невідомі.

Дослідження підтверджують різноманітні можливості мислячого ШІ у ринковому аналізі. Автоматичний аналіз текстів використовується для вивчення споживачів, отримання маркетингових інсайтів та аналізу споживчих правил прийняття рішень. Алгоритми машинного навчання і лексиконний класифікатор текстів допомагають обробляти дані соціальних мереж. Аналітика великих даних стала основним інструментом для отримання маркетингових інсайтів.

Емоційний ШІ допомагає краще зрозуміти існуючі та потенційні потреби клієнтів - хто вони, що їм потрібно і які рішення вони вже використовують. Головна відмінність між аналізом ринку та розумінням клієнтів полягає у тому, що останнє часто включає емоційні дані про настрої, почуття, уподобання та ставлення споживачів. Завдяки здатності аналізувати такі дані, емоційний ШІ робить це ефективніше, ніж механічний або мислячий ШІ.

Для існуючих клієнтів емоційний ШІ допомагає відповісти на питання, чи задоволені вони продуктом і чому. Переваги постійних клієнтів є

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

стабільнішими, і компанія має доступ до історії транзакцій для глибшого розуміння. Наприклад, Affectiva у співпраці з Ford створила систему AutoEmotive для аналізу емоційного стану водіїв.

Для потенційних клієнтів емоційний ШІ допомагає зрозуміти їхні бажання та причини лояльності до конкурентів або альтернативних варіантів. Потреби нових клієнтів складніше передбачити, і емоційні дані про них менш доступні. У практиці маркетингу платформа Albert ШІ використовувалась компаніями RedBalloon для пошуку нових клієнтів та Harley-Davidson для ідентифікації перспективних споживачів на основі CRM, що дозволило персоналізувати маркетингові кампанії.

Емоційний ШІ допомагає глибше розуміти існуючі та потенційні потреби клієнтів - хто вони, що шукають і які рішення вже використовують. Головна різниця між ринковим аналізом і розумінням клієнтів у тому, що останнє включає емоційні дані: настрої, почуття, вподобання та ставлення. Завдяки цьому емоційний ШІ значно ефективніший за механічний чи мислячий ШІ.

Для постійних клієнтів емоційний ШІ дає змогу з'ясувати, наскільки вони задоволені продуктом і чому. Оскільки їхні вподобання більш сталі, компанія може використати історію транзакцій для глибшого аналізу. Наприклад, Affectiva разом із Ford створили систему AutoEmotive для визначення емоційного стану водіїв.

Для потенційних клієнтів емоційний ШІ допомагає виявити їхні справжні бажання і чому вони віддають перевагу конкурентам чи альтернативним рішенням. Такі дані складніше прогнозувати, і вони менш доступні. У маркетинговій практиці платформа Albert ШІ допомогла компаніям RedBalloon і Harley-Davidson знаходити нових клієнтів і персоналізувати маркетингові кампанії на основі CRM.

Академічні дослідження демонструють різноманітні методи застосування емоційного ШІ для розуміння клієнтів. Наприклад, аналіз настроїв у соцмережах - відгуків, твітів - з урахуванням як явних, так і прихованих мовних патернів, дозволяє краще зрозуміти реакції споживачів їхньою мовою. Взаємодія через розмовний ШІ покращується завдяки аналітичному плануванню відповідей, що створює враження справжньої бесіди. Машинне навчання використовується для вивчення моделей прийняття рішень споживачами, а нейронні мережі - для ідентифікації потреб клієнтів на основі контенту, створеного користувачами.

Згідно зі статистикою IBM Global AI Adoption Index 2022, 35 % компаній вже почали застосовувати технології ШІ у своїй роботі. Ще 42 % досліджують можливості для їхньої подальшої реалізації. Рішення маркетолога інтегрувати штучний інтелект у повсякденну роботу матиме безліч переваг. ШІ може вплинути на успішність бізнесу, адже завдяки спеціальним інструментам можна вирішити такі завдання:

Покращення взаємодії із користувачами. За результатами опитування Zendesk, понад 50% клієнтів перейдуть до конкурента після одного незадовільного клієнтського досвіду.

Розуміння потреб аудиторії. Бренд Starbucks застосовує технології ШІ для здійснення геолокаційної аналітики. Це допомагає у визначенні економічної доцільності відкриття нових точок у тому чи іншому регіоні.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

• Автоматизація процесів. Інформувати клієнтів про нові акції можна за допомогою push-сповіщень у Viber, Telegram, Facebook Messenger, WhatsApp тощо.

• SEO-просування. Наприклад, сервіс Serpstat допоможе із складанням списку ключових та відстежування позицій за цими ключами.

• Створення унікальної конкурентної переваги. Знову ж таки, широко відомий гарбузовий латте від Starbucks був придуманий завдяки залученню новітніх технологій. Компанія аналізує великі дані, щоб постійно оновлювати свої пропозиції в залежності від уподобань клієнтів.

• Допомога email-маркетологам. Новітні технології допоможуть визначитися із частотою публікації email-розсилок, а також їх змістом. Спам-фільтри електронної пошти також належать до технологій ШІ.

Розглянемо також переваги та недоліки використання штучного інтелекту в маркетингу. До переваг штучного інтелекту, на думку автора, варто віднести:

– дає можливість краще розуміти і реагувати на те, як ми сприймаємо наш світ і реагуємо на нього;

– допомагає використовувати весь потенціал зібраних даних;

– складає надійні прогнози та автоматизує складні завдання.

– технології ШІ здатні підвищити продуктивність праці за рахунок автоматизації процесів [4];

– здатний обробляти великий обсяг даних, який не під силу людині;

– вирішується питання про об'єктивність і своєчасність інформації про результати проведених досліджень або збір даних, які відображають дійсну картину того, що відбувається;

– одночасно обробити величезну кількість даних і надати миттєвий результат;

– здатний класифікувати отриману інформацію, робити її впорядкованою, співвідносити між собою інформацію про клієнтів і продукт, робити інформацію персоналізованою, з'ясовувати складні зв'язки і закономірності;

– здатний допомогти в ухваленні рішень.

До недоліків штучного інтелекту, на думку автора можна віднести:

– висода вартість застосування технологій ШІ;

– складний у розробці та вимагає найму висококваліфікованих і дефіцитних фахівців у цій галузі;

– складно оцінити ефективність використання ШІ в маркетинговій діяльності, через великі витрати та неявний ефект від використання.

З недоліків ШІ випливають проблеми:

– великі витрати на впровадження та обчислення ШІ;

– складність з персоналом (одні не вміють інші не знають);

– скорочення наявних робочих місць

– на перших етапах складно оцінити результату та ефективність від впровадження ШІ.

Отже, Штучний інтелект і генеративні моделі надають безліч можливостей для сучасного маркетингу. Вони допомагають автоматизувати і персоналізувати контент, поліпшити якість взаємодії з клієнтами і скоротити час на виконання рутинних завдань. Однак використання ШІ також тягне за собою певні ризики, такі як неточність і релевантність контенту. Маркетологам

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

важливо знайти баланс між перевагами і ризиками, адаптуватися до нових технологій і стежити за перспективами розвитку цієї галузі, щоб залишатися конкурентоспроможними й успішно вирішувати маркетингові завдання.

Список використаних джерел:

[1] Беспалько О. Тренди штучного інтелекту на 2025 рік: вплив на маркетинг, фінанси та eCommerce. URL: https://inweb.ua/blog/ua/trendy-shtuchnogo-intelektu-na-2025-rik/.
[2] Бистрова І. Автоматизація проти ШІ в діджитал рекламі : який інструмент ефективніший: веб-сайт . URL: https://adsider.com/ua/avtomatyzatsiia-proty-shi-v-didzhytal-reklami-iakyy-instrument-efektyvnishyy/ .
[3] Davenport T., Guha A., Grewal D., Breßgott T. How artificial intelligence will change the future of marketing. Journal of the Academy of Marketing Science. 2020. Vol. 48. P. 24-42. URL: http://surl.li/ptqea.
[4] Кондуфоров О., Штанько В. Автентичність комунікації в епоху генеративного ШІ. Grail of Science. 2024. No 47. С. 660–663. DOI: 10.36074/grail-of-science.20.12.2024.100. Кондуфоров О., Штанько В. Автентичність комунікації в епоху генеративного ШІ. Grail of Science. 2024. № 47. С. 660–663. DOI: 10.36074/grail-of-science.20.12.2024.100.
[5] Mustak M., Salminen J., Plé L., Wirtz J. Artificial intelligence in marketing: Topic modeling, scientometric analysis, and research agenda. Journal of Business Research. 2021. Vol. 124. P. 389-404. URL: http://surl.li/ptqej
[6] Погребняк А. Віртуальні інфлюенсери: дослідження зростання популярності штучних інфлюенсерів. URL: https://webpromoexperts.net/ua/blog/virtualni-inflyuenseri-doslidzhennya-zrostannya-populyarnosti-shtuchnih-inflyuenseriv/
[7] Подорожнюк Ю.В., Білоусько Т.М. Штучний інтелект в маркетингу: реалії та перспективи. 2023. URL: http://surl.li/ptqf.
[8] Faust J. Fun with Open AI, medical charting, and diagnostics. (Also: I just got lied to by a bot). 2023. URL: http://surl.li/ptqhr.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MARKETING: ADVANTAGES AND DISADVANTAGES

Kudelskyi Vitalij
Leonid Yuzkov Khmelnytsky University of Management and Law, Ukraine

Summary. *The article examines the impact of artificial intelligence on the development of marketing. The directions of artificial intelligence in marketing are investigated. Models of strategic implementation of artificial intelligence in marketing are highlighted. The author of the article emphasizes the need to combine artificial intelligence computing with imitation of human abilities. The types of intelligence used in marketing research are identified. The types of artificial intelligence and their uniqueness and value for users are investigated. The author proposes a three-level strategic model for the use of artificial intelligence in marketing. The elements of marketing actions for artificial intelligence are studied. The advantages of using artificial intelligence for business and the main tasks are formed. The advantages and disadvantages of using artificial intelligence in marketing are studied. The problems of artificial intelligence are studied.*
Key words: *marketing, market, demand, supply, consumer, competition, research, equilibrium, state, artificial intelligence.*

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.016

KPI IT КОМПАНІЙ. ПРОБЛЕМИ ЗАСТОСУВАННЯ CHURN RATE

Занімонський Євген Євгенович
магістр з економіки,
аспірант кафедри економічної кібернетики та прикладної економіки
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, Україна

Біткова Тетяна Вікторівна
канд. екон. наук, доцент,
доцент кафедри економічної кібернетики та прикладної економіки
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, Україна

Анотація. *Проблеми оцінки ефективності діяльності IT-компаній стають особливо актуальними, зокрема в умовах частих блекаутів, які останніми роками спостерігаються як в Україні, так і в низці європейських країн. З точки зору ключових бізнес-цілей компаній використовуються ключові показники ефективності (KPI), тобто кількісні метрики, які забезпечують найбільш важливу інформацію для прийняття управлінських рішень.*

З урахуванням різноманіття бізнес-моделей IT-індустрії показано, що пріоритети вибору KPI істотно різняться між SaaS, компаніями з розробки на замовлення, аутсорсинговими/консалтинговими компаніями, продуктовими бізнесами та маркетплейсами, а також залежать від стадії життєвого циклу компанії. У роботі розглядаються результативність використання KPI в залежності від типу бізнес-моделі та аналізуються підходи до вибору відповідних показників.

Окрему увагу приділено показнику відтоку клієнтів (Churn rate), який є одним з найважливіших показників діяльності організації. Виявлено основні проблеми, пов'язані з його використанням, надано інтерпретацію цього показника для різних бізнес-моделей та наведено приклади покращення показника відтоку клієнтів через відповідні політики компаній.

Запропоновано методику обчислення множинного Churn rate, яка дозволяє зробити висновки щодо виду залежності Churn Rate від середньої тривалості існування клієнта та оцінити її кількісно. Розрахунки в межах побудованої моделі показують, що збільшення середньої тривалості існування клієнту на 1 місяць призводить до зменшення середньорічного значення Churn Rate на 3%.

Практична цінність роботи полягає у створенні узгодженої рамки вибору KPI, яка враховує тип бізнес-моделі, стадію розвитку та ризики у діяльності IT компаній. Запропонована методика застосування множинного Churn rate дають змогу підвищити точність фінансового планування, бенчмаркингу та управління утриманням клієнтів.

Ключові слова: *KPI, IT компанія, динаміка Churn rate, лінійна модель.*

Постановка проблеми

Проблема оцінки ефективності діяльності IT компаній набула особливого значення у зв'язку з блекаутами, які останнім часом спостерігаються не лише в

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Україні (через пошкодження енергетичної інфраструктури), а й у низці європейських країн. Тимчасові відключення енергії напряму впливають на роботу IT сектору і, відповідно, на ключові показники ефективності (KPI) як у короткостроковій, так і в довгостроковій перспективі. Тому необхідно проаналізувати особливості застосування KPI для різних типів IT компаній та підходи до оцінки окремих KPI, зокрема показника відтоку клієнтів (*Churn rate*), а також опрацювати методику обчислення множинного *Churn rate* і оцінити його залежність від середньої тривалості проекту (утримання клієнта).

Аналіз досліджень та публікацій

Ключові показники ефективності (*Key Performance Indicators*, KPI) являють собою вимірні значення, які відображають ефективність діяльності з точки зору досягнення ключових бізнес-цілей. KPI визначаються як «ключові» кількісні метрики, які забезпечують найбільш важливу інформацію для прийняття управлінських рішень та допомагають компаніям визначати і вимірювати прогрес у досягненні стратегічних цілей [1].

Ефективні KPI повинні відповідати критеріям SMART: бути конкретними (Specific), вимірними (Measurable), досяжними (Attainable), релевантними (Relevant) та обмеженими в часі (Time-bound) [4]. Ці критерії забезпечують чітку визначеність, надійність та валідність показників для конкретного бізнес-контексту.

KPI доволі різноманітні через необхідність враховувати залежність від специфіки функціонування та ресурсного забезпечення компаній, тому пропонується їх групувати – йдеться про групи, що відносяться до вхідних ресурсів, ефективності бізнес-процесів та бізнес-моделі загалом, а також до проміжних метрик та результатних метрик, які відображають конкурентні позиції на ринку [2].

KPI поділяються на дві основні категорії [10]:

Провідні індикатори (Leading indicators) – це метрики, які вимірюють дії та процеси, що мають значний вплив на майбутню ефективність організації. Вони оцінюють найважливіші фактори, які забезпечують майбутні результати і дозволяють компаніям підвищувати свою ефективність. Наприклад, інвестиції у розвиток команди або у покращення продукту можуть бути індикаторами майбутнього зростання доходів.

Запізнілі індикатори (Lagging indicators) – це показники, які відображають результати минулих дій та рішень. Вони надають інформацію про те, що вже відбулося, і часто використовуються для оцінки ефективності реалізованих стратегій. Фінансові показники, такі як прибуток або виручка, є типовими прикладами запізнілих індикаторів.

Крім цієї базової класифікації, KPI можна групувати за функціональними сферами:

– *Фінансові KPI* – показники, що відображають фінансовий стан компанії (доходи, прибутковість, рентабельність);

– *Операційні KPI* – метрики ефективності внутрішніх процесів (продуктивність, якість, швидкість виконання);

– *Маркетингові KPI* – показники ефективності маркетингових активностей (конверсія, вартість залучення клієнта);

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

– *Клієнтські KPI* – метрики взаємодії з клієнтами (задоволеність, лояльність, утримання).

Треба також звернути увагу на відмінності KPI від KRI (Key Result Indicators), які відображають досягнення у певній перспективі або за ключовим фактором успіху [3, 4]. KRIs відрізняються від KPI тим, що вони зазвичай є сукупними показниками, які відображають загальну ефективність діяльності в конкретній сфері.

Багато компаній помилково використовують термін "KPI" для показників, які насправді є KRIs або іншими типами метрик [7].

Метою роботи є дослідження специфіки застосування ключових показників ефективності IT компаніями різного типу, зокрема показника відтоку клієнтів (*Churn rate*) та оцінки точності його обчислення в залежності від середнього терміну утримання клієнта (*Client lifetime*).

Виклад основного матеріалу

Типи IT компаній та специфіка застосування KPI

IT-індустрія характеризується значною різноманітністю бізнес-моделей, кожна з яких має свої унікальні операційні процеси та, відповідно, специфічні вимоги до KPI.

Software as a Service (SaaS) компанії являють собою один з найбільш динамічних сегментів IT-ринку. Ці компанії надають програмне забезпечення через підписну модель, що створює рекурентний дохід та довгострокові відносини з клієнтами [9]. Для SaaS компаній критично важливими є показники, пов'язані з утриманням клієнтів та передбачуваністю доходів.

Компанії з розробки програмного забезпечення на замовлення працюють за проєктною моделлю, створюючи унікальні рішення для конкретних клієнтів. Їхні KPI зосереджені навколо ефективності проєктного управління, якості виконання та задоволеності клієнтів.

Аутсорсингові IT компанії та консалтингові фірми надають послуги з розробки, підтримки та консультування. Для них ключовими є показники утилізації ресурсів, ефективності команд та довгострокового партнерства з клієнтами.

E-commerce платформи та цифрові продукти фокусуються на взаємодії з кінцевими користувачами, тому їхні KPI включають метрики користувацького досвіду, конверсії та монетизації.

Стартапи та великі корпоративні IT структури мають різні пріоритети у виборі KPI залежно від стадії розвитку та масштабу операцій.

Кожна бізнес-модель в IT-секторі вимагає адаптованого підходу до вибору та інтерпретації KPI.

Фінансові KPI значно відрізняються між типами компаній. Для SaaS компаній критично важливими є *Monthly Recurring Revenue* (MRR), *Annual Recurring Revenue* (ARR) та *Customer Lifetime Value* (LTV), які відображають стабільність підписної моделі [9, 11]. На противагу цьому, аутсорсингові компанії фокусуються на прибутковості проєктів, рівню маржинальної прибутковості та ефективності використання ресурсів.

Операційні KPI також варіюються залежно від специфіки діяльності. Для розробників на замовлення ключовими є показники утилізації команди,

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

дотримання термінів та якості коду. SaaS компанії більше уваги приділяють показникам надійності сервісу, швидкості впровадження нових функцій та ефективності підтримки клієнтів.

Маркетингові KPI адаптуються до каналів залучення та типів клієнтів. B2B SaaS компанії зосереджуються на вартості залучення клієнта (*Customer Acquisition Cost*, CAC) та ефективності каналів залучення, тоді як B2C продукти більше уваги приділяють органічному зростанню та віральності.

Тип бізнес-моделі безпосередньо впливає на *пріоритетність* різних груп KPI. Так, для SaaS компаній, орієнтованих на корпоративних клієнтів, бажаний показник утримання клієнтів має становити щонайменше 90% від року до року, що вважається найкращим у своєму класі [9]. Цей високий рівень утримання вказує на середній термін відносин з клієнтом протягом 10 років та підкреслює високу цінність життєвого циклу клієнтів.

Стадія розвитку компанії також впливає на важливість різних KPI. Стартапи часто приділяють більше уваги показникам зростання та залучення інвестицій, тоді як зрілі компанії фокусуються на ефективності та прибутковості.

Збільшення утримання клієнтів має значний вплив на зростання бізнесу, передбачуваність фінансових показників та оцінку вартості компанії. Це робить метрики, пов'язані з рухом клієнтів, особливо критичними для IT компаній, що працюють за підписною моделлю або з повторюваними замовленнями.

Розуміння цих взаємозв'язків дозволяє IT компаніям більш ефективно використовувати KPI для стратегічного планування та оперативного управління, забезпечуючи відповідність системи метрик специфіці їхньої бізнес-моделі та цілям розвитку.

Метрики руху персоналу та клієнтів IT компаній

Управління людськими ресурсами в IT-галузі вимагає особливої уваги до специфічних показників, що відображають динаміку кадрових процесів. Основним індикатором руху персоналу є коефіцієнт плинності кадрів (*Employee Turnover Rate*), який розраховується як відношення кількості співробітників, що покинули компанію протягом певного періоду, до середньої чисельності персоналу за цей же період.

У IT-сфері плинність кадрів має свої особливості залежно від ролей: розробники програмного забезпечення, тестувальники, проєктні менеджери та DevOps-інженери демонструють різні рівні лояльності до роботодавця. Високий попит на IT-таланти створює конкурентне середовище, де компанії змушені ретельно відстежувати показники утримання ключових спеціалістів.

Час залучення талантів (*Time to Hire*) та ефективність HR-процесів стають критично важливими метриками для забезпечення операційної стабільності. Продуктивність команд безпосередньо залежить від рівня задоволеності співробітників, що вимірюється через *Employee Net Promoter Score* (eNPS) та інші показники залученості персоналу.

Щодо аналізу руху клієнтів, розглянемо особливості застосування одного з найпоширеніших показників *Churn Rate* для різних типів компаній. *Churn Rate* – це коефіцієнт відтоку клієнтів, який є ключовим показником ефективності для більшості IT-компаній, проте його інтерпретація суттєво відрізняється залежно від бізнес-моделі організації.

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Для SaaS-компаній *Churn Rate* відображає втрату підписок та рекурентного доходу. У цьому контексті показник вимірює відсоток клієнтів, які припинили користуватися послугою протягом певного періоду відносно загальної кількості активних підписників. Специфіка SaaS-моделі полягає в тому, що втрата навіть невеликого відсотка клієнтів може мати кумулятивний ефект на довгостроковий дохід компанії [9].

Аутсорсингові IT-компанії інтерпретують *Churn Rate* як завершення співпраці з клієнтами без продовження контрактних відносин. У цьому випадку показник відображає кількість клієнтів, які не поновили співпрацю після завершення поточних проєктів. Важливість цього показника зумовлена тим, що залучення нових клієнтів зазвичай вимагає значно більших ресурсів, ніж утримання існуючих партнерських відносин.

Для продуктових IT-компаній *Churn Rate* означає припинення використання програмного продукту або цифрової платформи. Це може включати видалення додатку, припинення відвідування веб-сайту або переключення на конкурентні рішення. Особливістю цієї категорії є необхідність відстеження як активного відтоку (свідоме рішення користувача), так і пасивного (поступове зниження активності).

Ефективний аналіз *Churn Rate* неможливий без розгляду супутніх метрик, що формують комплексну картину клієнтських відносин. *Retention Rate* (коефіцієнт утримання) є прямо протилежним до *Churn Rate* показником і розраховується як відсоток клієнтів, що залишилися активними протягом певного періоду.

Взаємозв'язок *Churn Rate* з *Customer Lifetime Value* (CLV) демонструє довгостроковий фінансовий вплив втрати клієнтів. Зниження коефіцієнта відтоку безпосередньо впливає на збільшення середньої тривалості життя клієнта та, відповідно, на загальну цінність клієнтської бази. Математичний зв'язок між цими показниками виражається формулою:

$$Customer\ Lifetime = 1 / Churn\ Rate$$

Варіативність інтерпретації *Churn Rate* залежно від бізнес-контексту вимагає адаптації методик розрахунку. Наприклад, SaaS-компанії можуть розраховувати показник як за кількістю клієнтів, так і за обсягом доходу, що дає різне розуміння впливу втрат. Компанії з різними тарифними планами часто зосереджуються на *Revenue Churn Rate*, оскільки втрата одного великого клієнта може мати більший вплив, ніж втрата кількох дрібних.

Критичність Churn Rate та стратегії його зниження за типами IT-компаній

Критичність *Churn Rate* для різних типів IT-компаній варіюється залежно від специфіки бізнес-моделі та характеру взаємодії з клієнтами. Для SaaS-компаній з підписною моделлю цей показник має першочергове значення, оскільки безпосередньо впливає на передбачуваність доходу та можливості планування розвитку.

SaaS-компанії особливо вразливі до підвищення *Churn Rate* через модель рекурентних платежів. Втрата навіть 1% клієнтів щомісяця може призвести до значного скорочення річного доходу через кумулятивний ефект. Для таких компаній бажаний показник утримання клієнтів має становити щонайменше 90% від року до року, що вважається найкращим у своєму класі [9].

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Проєктні IT-компанії, що працюють за разовими контрактами, демонструють помірний рівень залежності від *Churn Rate*. У цьому випадку показник відображає здатність компанії отримувати повторні замовлення від існуючих клієнтів, але не має такого прямого впливу на поточний дохід, як у випадку з підписними моделями.

Платформи та маркетплейси займають проміжну позицію, де *Churn Rate* впливає на активність користувачів та обсяги транзакцій. Для таких компаній важливо відстежувати як відтік покупців, так і продавців, оскільки втрата будь-якої зі сторін може порушити баланс екосистеми.

Галузеві бенчмарки та норми *Churn Rate*.

До факторів, що впливають на прийнятні рівні *Churn Rate*, відносяться:

– Розмір компанії та стадія життєвого циклу бізнесу. Стартапи на ранніх стадіях розвитку можуть толерувати вищі рівні *Churn Rate*, оскільки зосереджуються на пошуку *product-market fit* та швидкому зростанні клієнтської бази. Зрілі компанії, навпаки, повинні демонструвати стабільно низькі показники відтоку для підтримання прибутковості та інвестиційної привабливості;

– Тип клієнтів. Наприклад, B2B-сегмент характеризується більш стабільними відносинами через складність міграції корпоративних систем та довгострокові контрактні зобов'язання. B2C-клієнти демонструють вищу мобільність та чутливість до змін у продукті або ціновій політиці;

– Конкурентне середовище та специфіка ринку, які створюють додаткові виклики для утримання клієнтів. Ринки з високим рівнем конкуренції та низькими бар'єрами для переключення зазвичай характеризуються підвищеними рівнями *Churn Rate*. Компанії в таких умовах повинні інвестувати більше ресурсів у програми лояльності та диференціацію продукту для мінімізації відтоку клієнтів.

Незалежно від типу IT-компанії, існують універсальні підходи до зниження коефіцієнта відтоку клієнтів, які базуються на фундаментальних принципах клієнтського досвіду та взаємодії. Дослідження показують, що залучення нових клієнтів у п'ять разів дорожче, ніж утримання існуючих [6], що робить стратегії зниження *Churn Rate* критично важливими для фінансової ефективності компаній.

Покращення якості продукту та користувацького досвіду є фундаментальною стратегією, яка безпосередньо впливає на задоволеність клієнтів. Це включає постійне оновлення функціональності, виправлення помилок та оптимізацію продуктивності програмного забезпечення. Персоналізація взаємодії з клієнтами передбачає адаптацію комунікації та пропозицій відповідно до індивідуальних потреб та поведінкових патернів користувачів.

Проактивна підтримка та превентивні заходи дозволяють виявляти потенційні проблеми до їх критичного розвитку. Це включає моніторинг показників використання продукту, аналіз поведінкових сигналів відтоку та своєчасне втручання через персонал customer success.

Для SaaS-компаній ключовими стратегіями є впровадження «freemium» моделей, які дозволяють потенційним клієнтам ознайомитись з продуктом без

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

початкових інвестицій. Ефективні «onboarding» процеси забезпечують швидке досягнення користувачами першої вигоди від продукту, що критично важливо для подальшого утримання. Створення спеціалізованих «customer success» команд дозволяє проактивно працювати з клієнтами, забезпечуючи їх успіх у використанні продукту.

Аутсорсингові компанії фокусуються на побудові довгострокових партнерських відносин через демонстрацію стабільної якості послуг та розширення спектру пропонованих рішень. Стратегія полягає у трансформації проєктних відносин у постійну співпрацю через поступове розширення обсягу робіт та інтеграцію у бізнес-процеси клієнта.

Продуктові компанії застосовують стратегії «continuous delivery» для забезпечення постійного розвитку продукту відповідно до змінних потреб користувачів. Community building створює екосистему навколо продукту, де користувачі стають адвокатами бренду та джерелом зворотного зв'язку для покращень.

Приклади успішного зниження Churn Rate (case studies)

Netflix демонструє ефективність адаптивних стратегій утримання клієнтів у складних ринкових умовах. Коли у січні 2022 року (після підвищення цін на 11%) рівень відтоку абонентів зріс на 1%, Netflix відреагувала впровадженням стратегій максимізації охоплення та отримання доходу від неуважних користувачів, а також відбору високоякісних клієнтів [7].

Spotify, підтримує стабільно низький рівень відтоку преміум-підписок (1.5%–2.0%) завдяки ефективному поєднанню freemium моделі та персоналізованих рекомендацій. Компанія використовує складні алгоритми машинного навчання для аналізу музичних уподобань користувачів та створення персоналізованих плейлистів, що значно підвищує залученість та знижує ймовірність відтоку.

Стримінгові сервіси, включаючи Netflix, Disney+Hulu та AmazonPrimeVideo, активно використовують рекомендаційні системи для навчання уподобань користувачів та покращення їхнього досвіду [5]. Ці системи аналізують поведінкові дані для персоналізації контенту, що сприяє підвищенню задоволеності користувачів та зниженню *Churn Rate*.

До складнощів використанням *Churn Rate* відносяться:

1. Помилки в обчисленні бази клієнтів, а саме некоректне врахування нових клієнтів. Традиційна формула

Churn Rate = (Клієнти втрачені за період / Клієнти на початок періоду)×100%

може призводити до викривлених результатів, якщо наприкінці періоду врахувати всіх існуючих на той момент клієнтів, а не лише тих, які були на початку періоду вимірювання *Churn Rate*.

Різниця між базою на початок та кінець періоду створює методологічні складнощі, особливо для компаній з високим темпом росту. Наприклад, якщо компанія почала місяць з 1000 клієнтів, залучила 200 нових та втратила 50 з тих, що були раніше, та 15 з новозалучених, то помилки можуть виникати, якщо *Churn Rate* розраховують як: 65/1135 (5.7%), або як 65/1000 (6.5%), або навіть 50/1135 (4.4%). Тоді як коректний розрахунок (50/1000) призведе до результату

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

5%. Є також приклади неправильних розрахунків, коли компанії використовують середню кількість клієнтів за період, що може призводити до занижених або завищених оцінок відтоку. Це особливо критично для стартапів та компаній у фазі активного росту, де кількість нових клієнтів може перевищувати кількість втрачених. Іноді такі розрахунки є проявом бажання врахувати рух нових клієнтів протягом періоду за який обчислюється *Churn Rate*, проте це є помилкою.

2. Визначення моменту втрати клієнта. Проблема ідентифікації точного часу відтоку є особливо актуальною для різних типів IT-компаній через специфіку їхніх бізнес-моделей. Для SaaS-компаній момент втрати може бути чітко визначений як скасування підписки, проте для аутсорсингових компаній ситуація є більш складною.

Різниця у критеріях для різних типів IT-компаній створює методологічні виклики. Наприклад, у проєктних компаніях клієнт може не замовляти нові проєкти протягом кількох місяців, але це не обов'язково означає втрату клієнта. Визначення періоду, протягом якого клієнт є неактивним, і після якого він вважається втраченим, є суб'єктивним рішенням, що впливає на точність метрики. Вплив цього рішення на подальші дії є значним, оскільки неправильне визначення моменту відтоку може призводити до помилкових висновків про ефективність стратегій утримання клієнтів. Дослідження у сфері прогнозування відтоку клієнтів показують складність бінарної класифікації та еволюцію методів – від логістичної регресії до штучних нейронних мереж [6].

3. Взаємозв'язок місячних та річних значень. Математичні помилки при прогнозуванні на кілька періодів є поширеною проблемою, особливо коли аналітики неправильно екстраполюють місячні показники на річні [6, 7]. Якщо місячний *Churn Rate* становить 3%, то річний показник не дорівнює 36% (3%×12 місяців), а розраховується за формулою складного відсотка. Приклад правильного розрахунку демонструє суттєву різницю: при місячному *Churn Rate* 3%, річний показник становить $1 - 0.97^{12}$=31%. Різниця у 5 відсоткових пунктів може мати критичні наслідки для бізнес-планування та стратегічних рішень.

Наслідки неправильних розрахунків для бізнес-планування включають некоректні прогнози доходів, неадекватні інвестиції у стратегії утримання клієнтів та помилкові оцінки життєвої цінності клієнта. Сучасні методи машинного навчання, такі як Random Forest та глибоке навчання, досягають точності прогнозування відтоку у 85.59% та 88% відповідно [8], проте навіть високоточні моделі не можуть компенсувати фундаментальні помилки у розрахунках базових метрик.

Відтік клієнтів призводить до негайної втрати доходу та поступового зниження клієнтського капіталу [6], тому точність розрахунків та інтерпретації *Churn Rate* є критично важливою для ефективного управління бізнесом у всіх типах IT-компаній.

Моделювання руху клієнтів у IT компанії. Множинний Churn Rate

До цього моменту ми розглядали *Churn Rate* як показник, який має єдине значення за певний період. Проте єдине значення *Churn Rate* може відповідати різним ситуаціям з відтоком, оскільки цей показник відображає різницю лише

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

на початку та наприкінці періоду, не враховуючі зміни всередині періоду. Вище було показано до яких проблем може призвести бажання врахувати цю динаміку.

Вище було показано до яких проблем може призвести бажання врахувати цю динаміку.

Ситуації, коли інтервал часу для вимірювання показника буде великим, матимуть як плюси, так і мінуси: з одного боку, великий період нівелює випадкові відхилення; з іншого боку, збільшується ймовірність потрапляння у цей період клієнта, який з'явився після початку періоду та зник до його закінчення. У цьому випадку допомогти може показник середнього життя клієнтів, але він також має свої недоліки. Тому у роботі пропонується розглянути множинний *Churn Rate*, коли показник розраховується за ряд послідовних періодів з заданим кроком зсуву, причому довжина періоду повинна бути суттєво більшою, ніж крок зсуву.

Розглянемо ситуацію, коли кількість нових клієнтів та тривалість існування клієнта мають нормальний закон розподілу. Проаналізуємо ситуації зі значеннями середньої тривалості проєкту від 6 до 18 місяців (стандартне відхилення в усіх випадках однакове). Період за який обчислюється *Churn Rate* дорівнюватиме одному року, крок зсуву при обчисленні нового значення *Churn Rate* – один місяць (рис.1).

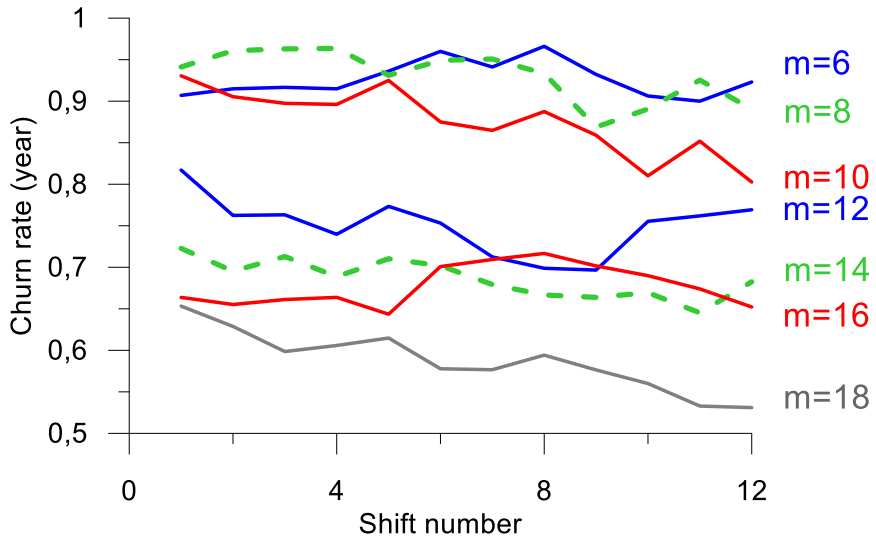


Рис. 1. Річні показники *Churn Rate* із зсувом у 1 місяць для середніх значень тривалості проєктів від 8 до 18 місяців.
Джерело: авторські результати

Далі розглянемо лінійну апроксимацію наведених залежностей окремо для кожного варіанту середнього значення (рис. 2)

Рисунки 1, 2 дозволяють зробити очевидний висновок, що при зростанні середньої тривалості існування клієнта показник *Churn Rate* за фіксований проміжок часу буде зменшуватись. Але цікаво з'ясувати вид цієї залежності й оцінити її кількісно. Динаміку середніх значень *Churn Rate* в залежності від середній тривалості існування клієнта показано на рис. 3.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

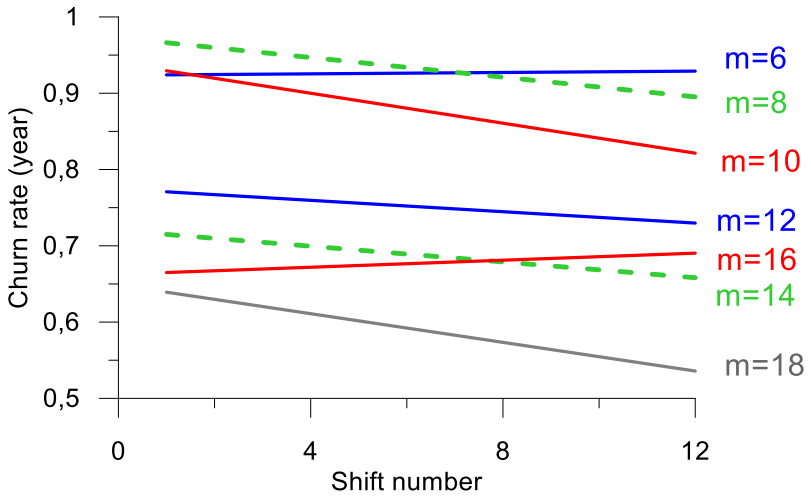


Рис. 2. Лінійна апроксимація наведених залежностей річних показників *Churn Rate* із зсувом у 1 місяць для середніх значень існування клієнтів від 6 до 18 місяців.

Джерело: авторські результати

Результати верифікації лінійної моделі апроксимації $Y = -0.03X + 1.14$ (див. рис. 3) свідчать про те, що вона добре описує вказану залежність: коефіцієнт детермінації дорівнює 0.97, модулі залишків не перевищують 4%.

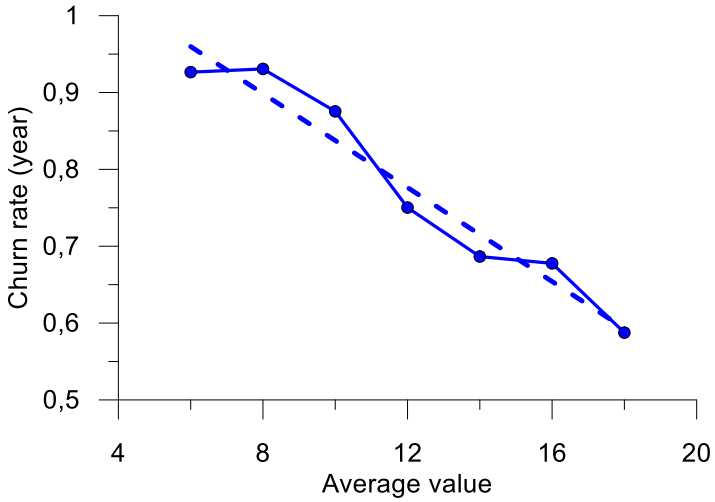


Рис. 3. Середнє значення *Churn Rate* для кожного значення середньої тривалості існування клієнта та його лінійна апроксимація.

Джерело: авторські результати

Результати верифікації лінійної моделі апроксимації $Y = -0.03X + 1.14$ (див. рис. 3) свідчать про те, що вона добре описує вказану залежність: коефіцієнт детермінації дорівнює 0.97, модулі залишків не перевищують 4%.

Отримана модель показує, що збільшення середньої тривалості існування клієнта на 1 місяць призводить до зменшення значення *Churn Rate* на 3%.

Висновки

У роботі показано, що IT-індустрія характеризується значною різноманітністю бізнес-моделей, кожна з яких має свої унікальні операційні

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

процеси та, відповідно, специфічні вимоги до ключових показників ефективності (KPI); приведено класифікацію KPI та проаналізовано специфіку їх застосування в залежності від типу IT компаній.

Окрему увагу приділено метрикам руху персоналу та клієнтів IT компаній, зокрема показнику відтоку клієнтів (*Churn rate*). Розглянуті case studies компаній (Netflix, Spotify, Disney+Hulu та AmazonPrimeVideo), яким вдається успішно знижувати цей показник, та виявлено складнощі його використання.

Запропоновано методику обчислення множинного показника *Churn rate* та оцінено залежність середнього значення його зміни від середньої тривалості IT проектів (утримання клієнтів).

Результати розрахунків підтверджують, що у разі зростання середньої тривалості існування клієнта *Churn Rate* за фіксований проміжок часу зменшується. Характер залежності *Churn Rate* від середнього часу тривалості клієнта з достатньою статистичною значущістю можна вважати лінійним, причому зміна середньої тривалості існування клієнта на одиницю призводить до зміни значення *Churn Rate* на 3%.

Напрямки подальших досліджень включають розробку імітаційної моделі для проведення множинних експериментів з різними припущеннями щодо динаміки клієнтів різних типів IT компаній.

Список використаних джерел:

[1] Весперіс, С.З. et al. (2023). Вплив економічної ефективності на формування ринкових умов управління організацією. *Ефективна економіка, 4.* https://doi.org/10.32702/2307-2105.2023.4.30
[2] Партин, Г.О., Загородній, А.Г. (2023). Формування системи ключових показників ефективності діяльності цифрових компаній. *Ефективна економіка*, 2. https://doi.org/10.32702/2307-2105.2023.2.26
[3] Badawy, M. et al. (2016). A survey on exploring key performance indicators. *Future Computing and Informatics Journal*, 1(1), 47–52. https://doi.org/10.1016/J.FCIJ.2016.04.001
[4] Brenner, M. et al. (2023). Development of the key performance indicators for digital health. *Digital health, Jan 2023*. doi: 10.1177/20552076231152160
[5] Kelley, A.Y. Towards Global, Socio-Economic, and Culturally Aware. (2023). *arXiv*. Retrieved from: https://arxiv.org/html/2312.05805v1
[6] Manzoor, A. et al. (2025). e-Profits: A Business-Aligned Evaluation Metric. Retrieved from: https://arxiv.org/pdf/2507.08860
[7] Nguyen, F. (2025). Trial Length, Pricing, and Rationally Inattentive Customers. Retrieved from: http://www.arxiv.org/pdf/2507.06422
[8] Shaikhsurab, M.A., Magadum, P. (2024). Enhancing Customer Churn Prediction. *arXiv*. Retrieved from: https://arxiv.org/pdf/2408.16284
[9] Schleckser, J. (2023). Increasing Software as a Service (SaaS) Customer Retention. *Engaged Management ReView, 6(1). Article 2*. DOI: https://doi.org/10.28953/2375-8643.1114
[10] Watts, S. (2024). Leading vs Lagging Indicators: What's The Difference? *The business of IT blog*. Retrieved from: https://www.bmc.com/blogs/leading-vs-lagging-indicators/
[11] Why measuring your customer churn rate increases revenue. (2014). *Retention Science* Retrieved from: https://web.archive.org/web/20160718011342/https://www.retentionscience.com/why-measuring-your-customer-churn-rate-increases-revenue/

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

KPI OF IT COMPANIES. CHALLENGES IN APPLYING CHURN RATE

Yevgen Zanimonskiy
MSc. in Economic Sciences, PhD student of Economic Cybernetics and Applied Economics
V. N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine
Tetiana Bitkova
Ph.D in Economic sciences, Associate professor,
Associate professor of the Department of Economic Cybernetics and Applied Economics
V. N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine

Summary. *The problems of assessing the effectiveness of IT companies are becoming especially relevant, in particular in the context of frequent blackouts, which have been observed in recent years both in Ukraine and in a number of European countries. From the point of view of the companies' main business goals, key performance indicators (KPIs) are used, i. e. quantitative metrics that provide the most important information for management decision making.*
Given the diversity of business models in the IT industry, it is shown that the priorities for choosing KPIs differ significantly between SaaS, custom development companies, outsourcing/consulting companies, product businesses, and marketplaces, and as well depend on the stage of the company's life cycle. The paper examines the effectiveness of using KPIs depending on the type of business model and analyzes approaches to choosing appropriate indicators.
Special attention is paid to the customers Churn rate, which is one of the most important indicators of an organization's performance. The main problems associated with its use are identified, the interpretation of this indicator for different business models is provided, and examples of improving the customer Churn rate through relevant company policy are given.
A method for the multiple Churn rate calculating is proposed, which allows to draw conclusions about the type of dependence of the Churn Rate on the average duration of the client's existence and to evaluate it quantitatively. Calculations within the framework of the constructed model show that an increase in the average duration of the client's existence by 1 month leads to a decrease in the average annual value of the Churn Rate by 3%.
The practical value of the work lies in creating a consistent framework for selecting KPIs, which takes into account the type of business model, stage of development and risks in the activities of IT companies. The proposed methodology for applying multiple Churn rates indicator allows to increase the accuracy of financial planning, benchmarking and customer retention management.
Key words: *KPI, IT company, multiple Churn rate, linear model*

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.017

ЕКОНОМІКА ПОСЛУГ СИСТЕМ КІБЕРБЕЗПЕКИ

Громико Ігор Олексійович
канд. техн. наук, доцент, професор кафедри кібербезпеки інформаційних систем, мереж і технологій
Харківський національний університет імені В.Н.Каразіна, Україна

Анотація. *Досліджено процеси розробки бюджетів організацій що займаються інформаційної діяльністю для забезпечення конфіденційності, цілісності та доступності інформації та виявлено дисбаланс між статичним плануванням розподілу бюджетних коштів та стрімким зростанням кіберзлочинності, що непрямим шляхом негативно впливає якість роботи систем захисту інформації*
Ключові слова: *кіберзлочинність; бюджетні кошти; системи захисту інформації; кібербезпека.*

Постановка проблеми. При принциповому розгляду підходів до питань захисту інформації ми стикаємося з тісним взаємозв'язком будь-яких робіт у сфері інформаційної безпеки і об’ємом коштів, виділених заздалегідь запланованим бюджетом для функціонування систем захисту інформації.

При цьому стає незрозумілим практично однаковий стан систем захисту інформації в країнах ЄС, США, Україні, Японії та ін. В наш час, узагальнено, цей стан можна оцінити за кількістю повідомлень світових ЗМІ, що просочилися у відкриті публікації, про різного роду «провали» систем захисту інформації в цих країнах. У якості прикладу можна подивитись на нещодавні несанкціоновані відключення систем електроживлення деяких країн Європи. Реально таких, та й менш помітних, негативних явищ сотні.

Здавалося б, можна взяти достатню кількість коштів та надійно захистити інформацію. Але крім обнадійливих обіцянок чиновників, - жодних істотних змін у цьому напрямі не відбувається. Бо всі реальні дії захисту обмежені розміром бюджетного розподілення коштів.

Метою роботи є аналіз впливу видів інформаційної діяльності на планування бюджету організацій та надання рекомендації щодо усунення дисбалансу між статичним плануванням розподілу бюджетних коштів та стрімким зростанням кіберзлочинності, що суттєво знижує якість протидії систем захисту інформації загрозам інформації.

Аналіз досліджень та публікацій. Скільки б не стверджували фахівці фінансових структур, що «засобів захисту інформації ніколи не буває достатньо», існують ситуації, коли питанням інформаційної безпеки об'єктів інформаційної діяльності приділяється всеосяжна увага, що підтримується повним обсягом скарбниці будь-якої держави. Зазвичай так роблять, коли йдеться про інформаційну безпеку державних установ взагалі та про конкретну державну таємницю зокрема.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Розглянемо цю ситуацію докладніше на вітчизняному прикладі, що спирається на вимоги базових стандартів України і є аналогом практично для всіх держав світової спільноти [1, 2, 3].

Обсяги грошових еквівалентів у вигляді «мінімального, допустимого та необхідного» рівнів витрат на захист інформації закладено у формулюваннях державного стандарту України ДСТУ 3396.1-96 [1].

Було встановлено, можливі три варіанти захисту інформації (див. рис. 1):

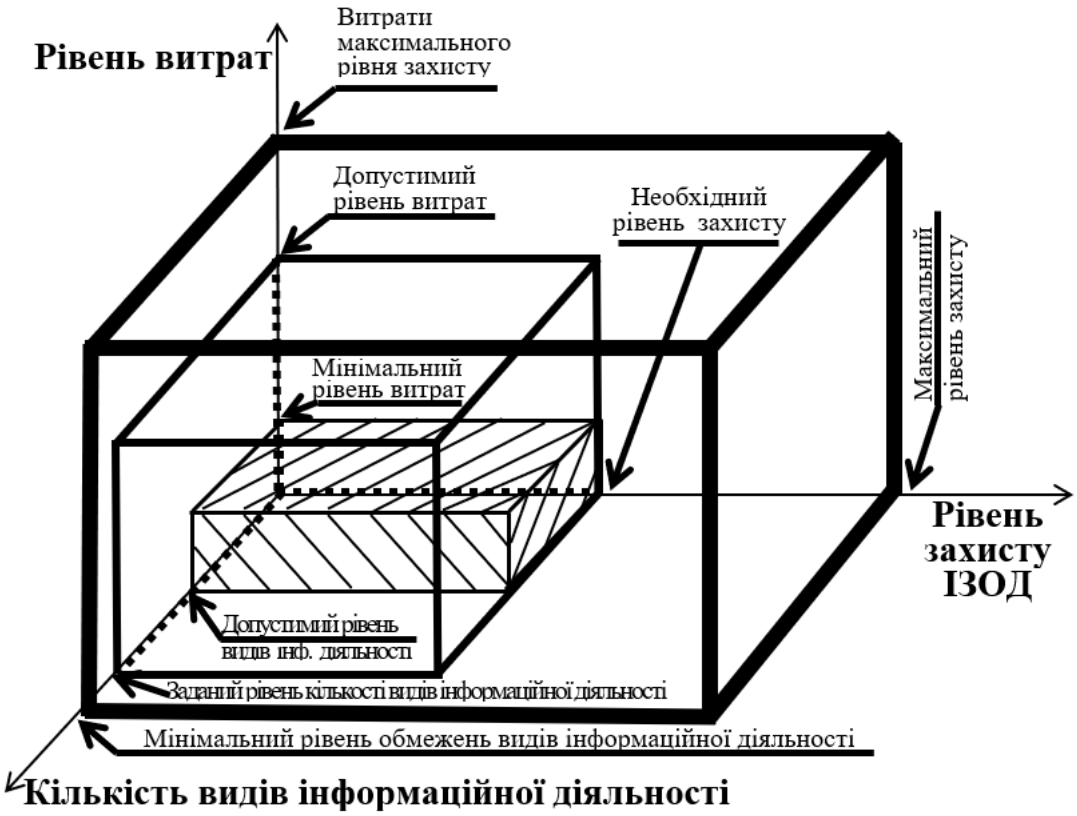


Рис. 1 Зв'язок варіантів захисту з рівнем витрат

1 - досягнення необхідного рівня захисту інформації з обмеженим доступом (ІЗОД) за мінімальних витрат та допустимого рівня обмежень видів інформаційної діяльності (ІД);

2 - досягнення необхідного рівня захисту ІЗОД при допустимих витратах та заданому рівні обмежень видів ІД;

3 - досягнення необхідного максимального рівня захисту ІЗОД за необхідних витрат і мінімального рівня обмежень кількості видів ІД.

Існує кілька варіантів смислового наповнення рівнів захисту та захищеності інформації.

Спочатку у узагальненому вигляді рівень захищеності інформації розглядається щодо правового, організаційного і технічного рівнів захисту [4,5].

На правовому рівні забезпечення безпеки інформації мають бути вироблені підходи до:

- систем нормативно-правового забезпечення робіт із захисту інформації в автоматизованих системах (АС) організації;

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

- підтримки керівництвом організації заходів щодо забезпечення безпеки інформації в АС організації, виконання правових та/або договірних вимог щодо захисту інформації, визначення відповідальності посадових осіб, організаційної структури, комплектування та розподілу обов'язків співробітників систем захисту інформації (СЗІ);

- процедур доведення до персоналу та користувачів АС основних положень політики безпеки інформації, їх навчання та підвищення кваліфікації з питань безпеки інформації;

- систем контролю за своєчасністю, ефективністю та повнотою реалізації в АС рішень щодо захисту інформації, дотримання персоналом та користувачами положень політики безпеки.

На організаційному рівні забезпечення безпеки інформації мають бути вироблені підходи до:

- застосування режимних заходів на об'єктах АС;

- забезпечення фізичного захисту обладнання АС, носіїв інформації, інших ресурсів;

- організації проведення обстеження середовищ функціонування АС;

- порядку виконання робіт із захисту інформації, взаємодії з цих питань з іншими суб'єктами системи ТЗІ в Україні;

- виконання робіт з модернізації АС (окремих компонентів);

- регламентації доступу сторонніх користувачів до ресурсів АС;

- регламентації доступу власних користувачів та персоналу до ресурсів АС;

- здійснення профілактичних заходів (наприклад, попередження ненавмисних дій, що призводять до порушення політики безпеки, попередження появи вірусів та ін);

- реалізації окремих положень безпекової політики, найбільш критичних з точки зору забезпечення захисту аспектів (наприклад, організація віддаленого доступу до АС, використання мереж передачі даних загального користування, зокрема Internet, використання несертифікованого програмного забезпечення (ПЗ) та ін.).

На технічному рівні забезпечення безпеки інформації мають бути вироблені підходи щодо застосування технічних та програмно-технічних засобів, що реалізують задані вимоги щодо захисту інформації.

При розгляді підходів рекомендується враховувати наступні аспекти:

- інженерно-технічного обладнання виділених приміщень, в яких розміщуються компоненти АС, експлуатація та супровід засобів блокування технічних каналів витоку інформації;

- реєстрації санкціонованих користувачів АС, авторизація користувачів у системі;

- управління доступом до інформації та механізмів, що реалізують послуги безпеки, включаючи вимоги до розподілу ролей користувачів та адміністраторів;

- виявлення та реєстрації небезпечних подій з метою здійснення повсякденного контролю чи проведення службових розслідувань;

- перевірки та забезпечення цілісності критичних даних на всіх стадіях їх обробки в АС;

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

- забезпечення конфіденційності інформації, у тому числі використання криптографічних засобів;

- резервного копіювання важливих даних, супроводу архівів даних та ПЗ;

- відновлення роботи АС після збоїв, відмов, особливо для систем із підвищеними вимогами до доступності інформації;

- захисту ПЗ, окремих компонентів та АС загалом від внесення несанкціонованих доповнень та змін;

- забезпечення функціонування засобів контролю, у тому числі засобів виявлення технічних каналів витоку інформації.

Конкретніше, рівні захисту інформації можуть розглядатися щодо [5]:

- захисту інформації на кожному із семи рівнів моделі ISO/OSI;

- трьох основних рівнів захисту інформації:

- робочого місця користувача, підрозділів підприємства;

- рівнів захисту інформації у площині зору системи безпеки підприємства: фізичного захисту інформації, контролю доступу та персональної ідентифікація, застосування ключів для шифрування даних, захисту від випромінювання кабелів, захисту «зворотного виклику» тощо;

- рівнів захисту інформації відповідно до механізмів реагування на загрозу: впровадженню служб контролю доступу до інформації та технології, раннього виявлення загроз, зменшення розміру інформаційних втрат у разі реалізованої загрози, забезпечення ефективного відновлення інформації у разі її втрати чи знищення;

- інших рівнів захисту інформації, що характеризуються застосуванням різних методів та механізмів реагування.

Як правило, рівень захисту інформації визначається виконанням набору вимог (в першу чергу, - нормованих), які в свою чергу визначаються режимом доступу до інформації та погрозами щодо неї.

Звідси застосовують або фрагментарний або комплексний способи захисту інформації.

Необхідний рівень захисту інформації забезпечують обмеженим фрагментарним способом протидії ймовірній певній загрозі інформації. Якщо ж погроз «безліч», то фрагментарний спосіб захисту не застосовується. У такому разі використовують третій рівень - комплексний захист інформації, який забезпечує одночасну протидію «безлічі» загроз інформації.

Орієнтуючись на фінансове становище власника інформації, перший і другий варіанти необхідного рівня захисту відносять до захисту недержавної таємниці, а максимальний третій рівень захисту (державної таємниці) належить найбільш забезпеченому у фінансовому відношенні власнику інформації – державі (див. рис. 1).

Державна таємниця – секретна інформація забезпечується найдорожчим – комплексним захистом інформації.

У цьому випадку ще до того, як інформація набуде статусу секретної, сам процес віднесення інформації до державної таємниці є фінансово витратним заходом. Він включає витрати на оплату діяльності державних експертів для виконання обов'язкової процедури обґрунтування та визначення можливої шкоди, яка може бути завдана національній безпеці держави у разі

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

розголошення цієї інформації. І ця шкода також має свій фінансовий еквівалент [6].

Звідси можна дійти невтішного висновку, що секретна інформація як державна таємниця належить до розряду найдорожчої для держави інформації.

Її цінність "de jure + de facto" дозволяє застосування найдорожчих методів та засобів з метою забезпечення "необхідного, максимального рівня" захисту інформації з обмеженим доступом.

Привертає увагу той факт, що коли ми застосовуємо цей (третій за ДСТУ 3396.1-96) максимальний рівень і при цьому маємо право здійснювати необмежені фінансові витрати на захист інформації, то все одно залишається ще якийсь «мінімальний рівень обмежень» видів інформаційної діяльності.

Здавалося б, за необмежених фінансових витрат можна захистити інформацію від усіх видів існуючих загроз і не накладати хоч і мінімальні, але все ж таки «обмеження на види інформаційної діяльності».

Звідси випливає, що на державному рівні у сфері інформаційної безпеки визнається наявність ситуацій, за яких неповнота відомостей про можливі загрози та їх джерела може призвести до несподіваної фахівцями ТЗІ атаки на конфіденційність, цілісність чи доступність інформації [7].

Крім того, причинами обмежень на види інформаційної діяльності можуть бути недоробки у галузі правового та організаційно-технічного забезпечення сфери інформаційної безпеки.

Існує деяка розмитість (некоректність) формулювань у законах та стандартах галузі захисту інформації. Це і перетворення на порочну систему ситуації з початковим відставанням методології основ інформаційної безпеки, і відставання практики розробки, виробництва нових засобів захисту інформації від розвитку систем нападу та багато іншого [8].

Розглянемо приклад, який показує прорахунок у формулюванні деяких пунктів стандарту ДСТУ 3396.1-96.

Як було викладено раніше, при фрагментарному захисті інформації досягнення необхідного рівня захисту здійснюється за мінімальних або допустимих витрат (рис. 1). Такий захист дозволяє реалізувати протидію найімовірнішій певній загрозі інформації.

У такому разі, з погляду правопорушника, немає сенсу вчиняти правопорушення там, де його зустріне добре організована ешелонована оборона. Правопорушник може скористатися відомим правилом атаки на інформацію – «нападати там, де очікується менший опір (протидія)». Тобто логіка підказує, що атака здійснюється, перш за все, з спрямування найменш ймовірної (найменш очікуваної) загрози для інформації (рис. 2), оскільки згідно з вимогами державних стандартів України, на протидію таким атакам було спрямовано мінімум коштів за залишковим принципом, або, згідно з фрагментарним способом, кошти взагалі не виділялися. Це визначає вибір правопорушника.

Ремарк. Графіки ймовірностей загроз для інформації та, відповідно, атак на інформацію мають бути описані деякими ступінчастими функціями, оскільки самі загрози щодо інформації мають дискретні чисельні значення. Однак факт реалізації будь-якої загрози для

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

інформації може суттєво вплинути на можливість реалізації подальшої загрози. Ці витрати можуть бути використані надалі для реалізації протидії майбутнім загрозам, які, на 100 відсотків, будуть не нижче витрат на вже створену систему протидії інформаційним загрозам. Тому на малюнку (рис. 2) графіки умовно показані згладженими лініями.

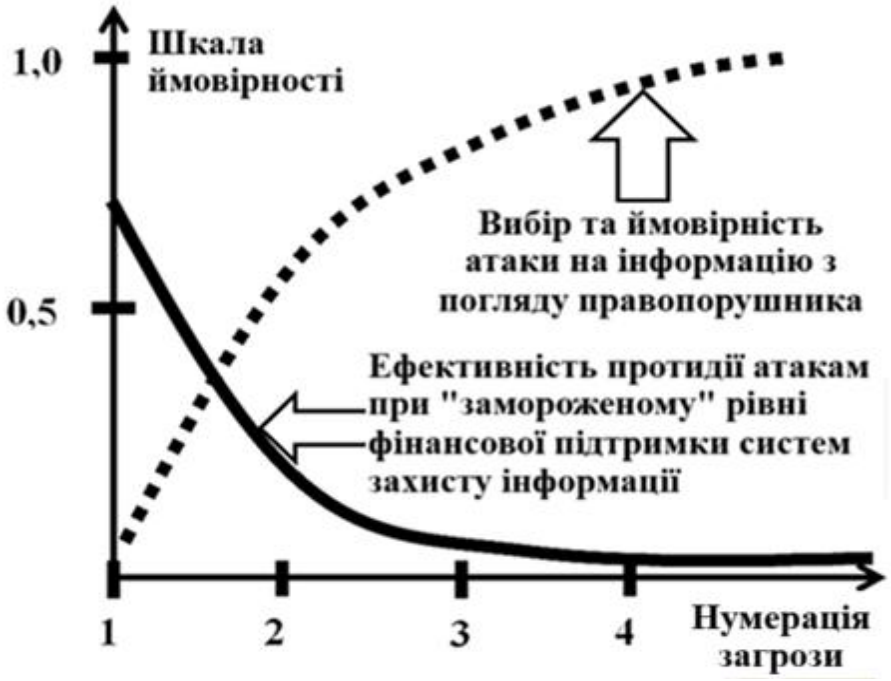


Рис. 2 Імовірність реалізації загроз та вибір правопорушника

Крім того, на фінансове забезпечення захисту різних видів (та їх складових) інформаційної діяльності слід звернути увагу на багатогранність і, навіть, їхню багатоликість.

Відповідно до Закону України «Про інформацію» основними видами інформаційної діяльності стосовно інформації є [9]:

1 - створення; 2 – збір; 3 – отримання; 4 – зберігання; 5 – використання; 6 – поширення; 7 – охорона; 8 – захист.

Багато з них складаються з нерозривних компонентів, що мають свої специфічні властивості, які дозволяють виділити їх в окремі види (підвиди та ін.). Кожен вид інформаційної діяльності реалізується з допомогою відповідних технологічних однойменних інформаційних процесів. Тому існують численні зв'язки між видами інформаційної діяльності.

В інформаційному процесі створення інформації беруть участь як люди (сфера соціуму), так і різні технічні пристрої, зокрема комп'ютери з елементами штучного інтелекту, що належать до техносфери.

Відповідно, вид діяльності щодо створення інформації частково (або повністю) може містити процеси або складатися з процесів прогнозування та/або моделювання незалежно від способу їх здійснення.

Наприклад, такий інформаційний вид діяльності, як збирання нерозривно пов'язаний з пошуком та отриманням інформації. Збір інформації, зазвичай,

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

супроводжується її реєстрацією, т. е. фіксацією інформації на матеріальному носії. Розглядаючи збір інформації як один із основних видів інформаційної діяльності, важливо розуміти його нерозривний зв'язок із зберіганням та накопиченням інформації.

При цьому кількість накопиченої інформації дуже часто переростає в її якісну зміну. Так, до «Переліку відомостей, що становлять державну таємницю» було включено пункт про те, що інформація, отримана в результаті аналізу великої кількості відомостей несекретного характеру, може являти собою ІЗОД різного ступеня секретності.

Збір як процес отримання, як правило, супроводжується приведенням інформації до стандарту даної інформаційної системи.

Висновки та пропозиції. В результаті, лише злегка торкнувшись процесів інформаційної діяльності, ми переконуємося в тому, що таке питання, як фінансування захисту інформаційних процесів, вимагає застосування динамічного планування із залученням фінансових вкладень з «плаваючою комою».

Статті витрат на процеси захисту інформації у негативному та позитивному ракурсі прив'язані до кібербезпеки, яка враховує:

- зростання рівня обізнаності тобто обізнаності злочинців;
- розвиток сил та засобів боротьби з кіберзлочинністю;
- стрімкий прогрес у галузі створення комп'ютерних систем нового покоління. Наприклад, мікропроцесори та програми, які керовані та створені при участі штучного інтелекту та ін.

Тому, при плануванні, бюджет (100%) на черговий фінансовий період повинен містити мінімум дві частини: стаціонарну (до 80%) та змінну (від 20%).

Співвідношення стаціонарної та змінної частин бюджету мотивовані та визначається вище наведеною інформацією.

Список використаних джерел:

[1] Державна служба спеціального зв'язку та захисту інформації України. (1997) Державний стандарт України 3396.0-96. ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ. ТЕХНІЧНИЙ ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ.
[2] Державна служба спеціального зв'язку та захисту інформації України. (1997) Державний стандарт України 3396.1-96. ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ ТЕХНІЧНИЙ ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ РОБІТ.
[3] Державна служба спеціального зв'язку та захисту інформації України. (1998) Державний стандарт України 3396.2-97. ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ. ТЕХНІЧНИЙ ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ. ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ.
[4] Департамент спеціальних телекомунікаційних систем та захисту інформації Служби безпеки України. (2000). ТИПОВЕ ПОЛОЖЕННЯ ПРО СЛУЖБУ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ В АВТОМАТИЗОВАНІЙ СИСТЕМІ. НД ТЗІ 1.4-001-2000.
[5] Орел ГТУ. (2019). ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ. УРОВНИ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ. http://ab-solut.net/ru/articles/urovni_zaschity/
[6] Верховна рада України. (1994-2024). ЗАКОН УКРАЇНИ «ПРО ДЕРЖАВНУ ТАЄМНИЦЮ». Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1994, № 16, ст.93
[7] Громико І, (2013). КЛАСИФІКАЦІЯ КОМУНІКАБЕЛЬНОСТІ НОСІЇВ ІНФОРМАЦІЇ. Системи обробки інформації. – 2013. – Вип. 8 (115). – С. 195–198.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[8] Громыко И, (2007). БУДУЩЕЕ ЗА УПРЕЖДАЮЩИМИ СИСТЕМАМИ ЗАЩИТЫ. Защита информации. INSIDE. – 2007. – № 2 (14) март-июнь 2007 г. – С. 14–18.
[9] Верховна рада України. (1992...2025). ЗАКОН УКРАЇНИ «ПРО ІНФОРМАЦІЮ». Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1992, № 48, ст.650

ECONOMICS OF CYBERSECURITY SERVICES

Ihor Hromyko
Ph.D in Technical sciences, Associate professor, Professor of the Educational and Research Institute of Computer Sciences and Artificial Intelligence
V. N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine

Summary. *The processes of developing budgets of organizations engaged in information activities were studied to ensure the confidentiality, integrity and accessibility of information. An imbalance has been identified between static planning of budget allocation and the rapid growth of cybercrime. This significantly reduces the quality of information protection systems.*
Keywords: *cybercrime; budget funds; information protection systems; cybersecurity.*

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.018

НАУКОВІ ПАРКИ ЯК КАТАЛІЗАТОРИ ГЕНЕРАЦІЇ НОВАЦІЙ У НЕЛІНІЙНІЙ МОДЕЛІ

Данилович Тарас Богданович
канд. екон. наук, доцент,
доцент кафедри економіки підприємства та інвестицій
Національний університет "Львівська політехніка", Україна

Бунак Олександр Васильович
здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії
Спеціальність 051 "Економіка"
Національний університет "Львівська політехніка", Україна

Паньків Ігор Васильович
здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії
Спеціальність 051 "Економіка"
Національний університет "Львівська політехніка", Україна

Анотація. *У статті досліджено роль наукових парків як ключового елемента нелінійної моделі інноваційного процесу. Проаналізовано сучасні проблеми комерціалізації інновацій, що виникають в умовах геополітичної нестабільності, зокрема розрив між академічними дослідженнями та потребами ринку. Визначено, що науковий парк в нелінійних моделях інноваційного процесу трансформується з пасивного дослідницького центру на активного організатора, який створює цілісну екосистему для інноваційної діяльності. Доведено, що використання комунікаційних, дослідницьких та технологічних майданчиків наукового парку дозволяє генерувати інноваційні ідеї на перетині технологічних можливостей та ринкового попиту, що забезпечує життєздатність новації на преакселераційному етапі. Запропоновано механізм безперервного інноваційного циклу, що забезпечує плавний перехід від ідеї до комерційно успішного продукту. Встановлено, що інноваційна інфраструктура наукового парку є фундаментальним елементом для успішної комерціалізації новацій, оскільки сприяє перетворенню наукових знань на економічну цінність та підвищує конкурентоспроможність вітчизняних розробок.*

Ключові слова: *науковий парк, екосистема, нелінійна модель інноваційного процесу, преакселераційний етап, інноваційна інфраструктура.*

Постановка проблеми. В умовах геополітичної нестабільності процес комерціалізації інновацій вимагає особливого підходу та адаптації. Така ситуація змушує вітчизняну економіку будувати акселераційну екосистему, яка спроможна продукувати новації та виводити їх на внутрішній та зовнішній ринки. При цьому базовими елементами такої екосистеми повинні стати:

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

"творці" новацій – дослідники, науково-дослідні установи та заклади вищої освіти (ЗВО); "прототипувальники" розробки – мережі швидкого прототипування, дослідницькі, прототипувальні та тестувальні майданчики наукових парків, науково-дослідних центрів і лабораторій; а також виробники інноваційного продукту – високотехнологічні компанії та індустріальні парки.

Ефективна взаємодія базових елементів інноваційної та акселераційної екосистеми є запорукою успішної комерціалізації новації, але на практиці, як правило, вони стикаються з низкою проблем. Перша проблема - наукові парки орієнтовані на фундаментальні дослідження, академічні публікації та генерацію знань, а бізнес, у свою чергу, сфокусовані на економічній ефективності, прибутку та швидкості виходу на ринок новації. Така ситуація спричиняє дисонанс, коли розробники ігнорують вимоги серійного виробництва та ринкові запити на етапі розробки, тоді як підприємства можуть недооцінювати науковий компонент та вимагати негайних комерційних результатів. Через першу проблему виникає друга – ринок не завжди готовий прийняти інновацію через низку причин: високу вартість виробництва та новації; відсутність попиту; неспроможність технологічно запустити серійне виробництво. Як наслідок, відсутність готовності інноваційного стартапу до подальшого масштабування призводить до призупинення реалізації проекту, що унеможливлює його подальшу комерціалізацію.

Вирішення окреслених нами ключових проблем, що виникають при комерціалізації розробки, коли інноваційний процес переходить на нелінійну модель, потребує щоб науковий парк трансформувався з пасивного дослідницького центру на активного організатора інноваційного процесу, який створює екосистему, яка забезпечує успішну акселерацію новацій та перетворює наукові знання на економічну цінність.

Аналіз досліджень та публікацій. Дослідження різних аспектів створення, функціонування і взаємодії базових елементів наукових парків дедалі активніше проводяться вітчизняними та зарубіжними науковцями, що засвідчує актуальність розробок. Їхні роботи допомогли сформувати теоретичні основи для розуміння взаємодії між наукою, бізнесом і державою в нелінійних моделях інноваційного процесу. Згідно з дослідженнями Дж. Клайна (Stephen J. Kline) і Натана Розенберга (Nathan Rosenberg) [3], інноваційний процес не є лінійним. Автори критикують лінійну модель, де інновації розглядаються як простий, послідовний ланцюжок подій. Натомість, вони стверджують, що інновація — це складний, циклічний та непередбачуваний процес, який ґрунтується на постійному взаємозв'язку та зворотному зв'язку між усіма його етапами, від початкової ідеї до кінцевого ринку. Так, Генрі Іцковіц (Henry Etzkowitz) [2] в своїх працях обґрунтовує нелінійну модель "потрійної спіралі" (triple helix model), яка описує інноваційний процес як результат взаємодії трьох основних суб'єктів: університетів/ЗВО, бізнесу та влади. Ця модель показує, що ці три елементи не діють окремо, а їхні ролі переплітаються, створюючи циклічний та гнучкий інноваційний процес. При цьому Бертон Кларк (Clark Burton) [4] вважав, що традиційні університети/ЗВО повинні адаптуватися до нової економічної реальності та стати більш гнучкими та продукувати інновації, які потребує ринок. Його концепція відповідає нелінійній моделі «потрійної спіралі», оскільки

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

вона підкреслює важливість взаємодії між ЗВО та зовнішнім середовищем. В роботах Яшванта С. (Бішта (Bisht Y. S) [1] обґрунтовується важливість наукових парків в екосистемі розвитку, де новації створюються, підтримуються, масштабуються і функціонують, продукуючи експериментальні простори для генерації ідей та сприяючи співпраці між різними секторами економіки.

Особливий інтерес викликають дослідження Олександри Мрихіної [5] її праці зосереджені на адаптації нелінійних і системних моделей інновацій, де науковий парк розглядається як ключовим елементом, що забезпечує взаємодію між наукою, бізнесом і державою. При цьому, вона вважає, що новація повинна формується на перетині технологічних можливостей та запитів ринку, що робить її більш життєздатною.

Проведений аналіз доступних нам літературних джерел дає підстави констатувати, що вченими висвітлено і вирішено досить широкий спектр проблем. Проте недостатньо уваги приділено ролі наукового парку в нелінійних моделях інноваційного процесу на преакселераційному етапі при генерації ідеї, не враховуються технологічні можливості і потреби ринку.

Мета статті є оцінювання ролі наукових парків в нелінійних моделях інноваційного процесу і визначення їх можливостей щодо комерціалізації новацій на етапі генерації ідеї.

Виклад основного матеріалу досліджень. Перехід від лінійної до нелінійної моделі інноваційного процесу привів до зміни парадигми, від послідовних і ізольованих етапів до інтегрованої, гнучкої та динамічної екосистеми. Відповідно одним із базових елементів такої екосистеми, на нашу думку, повинен стати науковий парк, який є не просто місцем, де створюється новація, а живим організмом, де ідеї постійно перевіряються, вдосконалюються і комерціалізуються завдяки безперервному діалогу та взаємодії між усіма учасниками інноваційного процесу. При цьому наукові парки, що тісно співпрацюють із ЗВО, створюють середовище для генерації ідей. ЗВО надають доступ до науково-дослідних лабораторій, кваліфікованих викладачів та студентів, які можуть працювати над фундаментальними дослідженнями та перетворювати абстрактні ідеї на технічно обґрунтовані концепції. В свою чергу наукові парки пропонують необхідну інфраструктуру — спеціалізовані лабораторії, обладнання для прототипування та майданчики для тестування, що дозволяє швидко та ефективно перетворити теоретичну модель у фізичний прототип. Наступним етапом в даній нелінійній моделі є створення виробничого зразка, його тестування та доведення, на цьому етапі значну роль відіграють індустріальні парки. Вони можуть надати стартаперу виробничі приміщення або допомогу з налагодженням серійного виробництва, а бізнесу, податкові та митні преференції, які є критично важливим для переходу від дослідного зразка до серійного - ринкового продукту [1; 4].

Взаємодія науковців, дослідників, стартаперів і представників бізнесу на майданчиках наукового парку в нелінійних моделях інноваційного процесу дозволяє створити безперервний і динамічний процес перетворення ідеї на інноваційний продукт, який потребує ринок. Замість того, щоб бути окремими складовими інноваційного процесу, вони функціонують як взаємопов'язані елементи одного ланцюга створення і комерціалізації розробки.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Розглянемо функції на преакселераційному етапі, які покладаються на науковий парк у нелінійній моделі інноваційного процесу: аналіз ринкового попиту; генерація ідей; проведення фундаментальних та прикладних досліджень; визначення технічних можливостей створення новації; розробка прототипу. Цей етап сфокусований на створенні новації та передбачає співпрацю і взаємозв'язок між бізнесом, який створює попит на розробку, та науковим парком, який залучає вчених, дослідників і стартаперів для її створення та комерціалізації. Відповідно, науковий парк не просто продукує новацію, а сприяє інтеграції її технологій у виробничий процес. При цьому між генераторами ідей, розробниками технологій, бізнесом та парком відбувається постійний взаємозв'язок, що дозволяє довести новацію до серійного виробництва.

В умовах нелінійної моделі інноваційний процес не починається з випадкового наукового відкриття. Навпаки, він є результатом динамічної взаємодії двох ключових факторів: потреб бізнесу (ринку) і технологічних можливостей [3]. Науковий парк, як активний суб'єкт інноваційного процесу, не очікує ідеї, а активно її формує, аналізуючи ринковий попит та існуючі технологічні рішення. Це дозволяє генерувати ідеї, які є не тільки інноваційними, але й життєздатними та комерційно перспективними. Такий підхід гарантує, що інновація від самого початку є орієнтована на кінцевого споживача і вирішує реальні проблеми, а не є лише науковою розробкою, що не має практичного застосування (див. табл. 1).

Таблиця 1

Характеристика етапу «Генерація ідеї» в нелінійних моделях інноваційного процесу

Етап і підетапи	Роль наукового парку	Опис
Етап "Генерація ідеї" в нелінійній моделі		
Підетап 1. Виявлення потреби бізнесу (ринковий "pull")	Активно співпрацює з бізнесом, щоб зрозуміти його потреби. Спільно організовує воркшопи, дослідження ринку та менторські програми допомагаючи вченим та дослідникам зорієнтуватися на конкретних запитах ринку.	Бізнес-аналітики, маркетологи та підприємці активно моніторять ринок, шукають незадоволені потреби споживачів, нові тренди або проблеми, які існуючі продукти не можуть вирішити.
Підетап 2. Аналіз технологічних можливостей (технологічний "push")	Формує середовище, яке сприяє міждисциплінарній взаємодії в процесі технологічного забезпечення комерціалізації новації. Така співпраця є ключовою для перетворення технології на реальний продукт.	Виходячи з аналізу ринку, бізнес ставить технічні завдання перед дослідниками та інженерами наукового парку вивчити можливості розробки новітньої технології для виробництва новації. Також визначає технічні можливості щодо здатності розробити нові матеріали, програмне забезпечення чи методи виробництва, які можуть вирішити існуючі проблеми.

Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Продовження таблиці 1

Етап і підетапи	Роль наукового парку	Опис
Підетап 3. Зворотний зв'язок і формування ідеї	Інноваційна інфраструктура парку (акселератори, бізнес-інкубатори) допомагає швидко протестувати ідею. Команда може створити перші прототипи, отримати відгуки від потенційних клієнтів і одразу ж внести корективи, не витрачаючи зайвого часу та ресурсів. Цей процес постійного "навчання через дію" і є суттю нелінійної моделі.	На відміну від лінійної моделі, де ідея передається лише в одному напрямку, тут відбувається постійний зворотний зв'язок. Потреба ринку "тягне" за собою технологічну розробку, а нові технології "штовхають" на створення нових продуктів. Ідея виникає на перетині цих двох факторів.
Переваги нелінійної моделі	Парк об'єднує вчених, інженерів, підприємців і маркетологів в одному просторі. Це дозволяє інформації постійно циркулювати.	На майданчиках наукового парку маркетологи, виробники і споживачі можуть швидко повідомити розробникам про потреби ринку, а інженери, технологи, дослідники і тестувальники можуть внести зміни в технологію та дизайн новації на ранніх стадіях, щоб налагодити або спростити виробництво

Джерело: складено авторами, опрацювавши джерела [1; 2; 3; 4; 5;].

Виходячи з вищезазначеного, розглянемо механізми взаємодії трьох базових елементів нелінійної моделі інноваційного процесу — науки, бізнесу та держави — на етапі генерації ідеї. Цей підхід кардинально відрізняється від лінійної моделі.

На етапі генерації ідеї ЗВО та науково-дослідні інститути відходять від ролі пасивного джерела знань, стаючи активними учасниками інноваційного процесу, орієнтованими на потреби бізнесу. Новатори не проводять дослідження відірвано від реальних вимог ринку, а активно співпрацюють з бізнесом для розуміння його проблем. Це дозволяє генерувати ідеї, що мають не лише наукову, а й комерційну цінність.

За таких умов, підприємці та стартапери перестають бути лише споживачами готових новітніх технологій, а стають співтворцями новацій. Компанії діляться своїми проблемами з дослідниками на комунікаційних майданчиках наукового парку, надають фінансування для досліджень та беруть участь у спільних проєктах [5]. Ця взаємодія забезпечує, що ідеї будуть не лише технологічно можливими, а й ринково привабливими та економічно доцільними.

Ефективність нелінійної моделі інноваційного процесу також залежить від державних інституцій. На цьому етапі держава повинна створити сприятливе середовище як для наукових парків, так і для наукомістких підприємств. Це включає: надання фінансової підтримки (гранти, субсидії) наукомістким проектам наукового парку; розробку регуляторної політики, яка стимулює інновації на мікро- і мезо-рівнях; сприяння захисту інтелектуальної власності.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

При цьому держава також виступає як медіатор, який сприяє налагодженню зв'язків між наукою та бізнесом на майданчиках наукового парку, допомагаючи подолати бюрократичні та організаційні перешкоди.

У нелінійній моделі на етапі генерації ідеї взаємозв'язок між науковим парком, бізнесом та розробником є динамічним і багатостороннім. На відміну від лінійної моделі, де ідея передається послідовно від одного учасника до іншого, тут відбувається одночасна, інтерактивна співпраця [2]. Ключовими принципами взаємодії на етапі генерації ідеї є: "ринковий поштовх" (Market Pull), коли ідея народжується з потреби ринку, яку бізнес доносить розробникам; "технологічний поштовх" (Technology Push) - розробник використовує свої знання для створення нових можливостей, про які бізнес міг навіть не здогадуватись; зворотний зв'язок, оскільки даний процес є циклічним, відгуки ринку постійно надходять до розробників, дозволяючи їм швидко коригувати напрямок досліджень. Таким чином, у нелінійній моделі ідея є результатом не випадкового відкриття, а цілеспрямованої та скоординованої співпраці, що забезпечує її життєздатність з самого початку.

Проведені дослідження показали, що проблема розриву між академічними та бізнес-цілями буде вирішена, якщо інноваційна ідея стане результатом цілеспрямованої взаємодії між бізнесом і наукою. Ця взаємодія створює циклічну, інтерактивну та системну модель. Ідея народжується на перетині технологічних можливостей та потреб ринку за активної підтримки держави. Це гарантує, що новація буде комерційно успішною з самого початку.

Висновки та пропозиції.

Проведені дослідження підтверджують, що перехід від лінійної до нелінійної моделі інноваційного процесу є критично важливим для успішної комерціалізації новацій в умовах геополітичної нестабільності. Ключовою інституцією, що забезпечує функціонування цієї моделі, є науковий парк, який трансформується з пасивного дослідницького центру на активного організатора та каталізатора інноваційного процесу. Науковий парк є центральним елементом інноваційної екосистеми, що поєднує "творців" (науковців, ЗВО), "прототипувальників" (майданчики парку) і "виробників" (бізнес). Він забезпечує цілісність і взаємодію всіх ланок циклу «дослідження – розробка – виробництво – комерціалізація».

На етапі генерації ідеї науковий парк, використовуючи свої комунікаційні, дослідницькі та технологічні майданчики, забезпечує постійний зворотний зв'язок. Це дозволяє генерувати ідеї на перетині технологічних можливостей (технологічний "push") та потреб ринку (ринковий "pull"), що робить новацію життєздатною з самого початку. Таким чином, інноваційна інфраструктура наукового парку стає фундаментальним елементом для успішної комерціалізації новацій, забезпечуючи перетворення наукових знань на економічну цінність і сприяючи зростанню конкурентоспроможності вітчизняних розробок.

Висвітлені у статті проблеми та запропоновані механізми відкривають низку перспектив для подальших досліджень спрямованих на оцінку впливу інноваційної інфраструктури на економічний розвиток, що дозволить обґрунтувати важливість наукових парків для економіки. Також перспективним є подальше дослідження моделі фінансування, адаптованої до нелінійного

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

циклу та визначення фінансових інструментів, які враховуватимуть нелінійність інноваційного процесу.

Список використаних джерел:

[1] Bisht , Y. S. ., Singh, R., Gehlot, A., Akram, S. V. ., Thakur, A. K., Priyadarshi , N. ., & Twala , B. . (2024). Recent Trends and Technologies in rapid prototyping and its Inclination towards Industry 4.0. Sustainable Engineering and Innovation, 6(1), 141-154. https://doi.org/10.37868/sei.v6i1.id288.
[2] Broström, A. (2011). The Triple Helix: University-industry-government innovation in action - By Henry Etzkowitz. Papers in Regional Science, 90(2), 441–442. https://doi.org/10.1111/j.1435-5957.2011.00357.x.
[3] Kline, S. J., & Rosenberg, N. (2009). An Overview of Innovation. Research Papers in Economics, 173–203. https://econpapers.repec.org/RePEc:wsi:wschap:9789814273596_0009 (дата звернення: 01.08.2025).
[4] Smith, D. Burton R. Clark (1999). Creating Entrepreneurial Universities: Organizational Pathways of Transformation. Higher Education 38, 373–374 (1999). https://doi.org/10.1023/A:1003771309048 (дата звернення: 01.08.2025).
[5] Мрихіна, О., Данилович, Т., Гавриляк, А., & Міркунова, Т. (2019). Особливості інноваційної діяльності суб'єктів господарювання у контексті сучасного етапу розвитку інноваційної інфраструктури України. Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». Серія: «Економічні науки», (2 (22)), 68–80. https://doi.org/10.25313/2520-2294-2019-2-4710.

SCIENCE PARKS AS CATALYSTS FOR INNOVATION IN A NONLINEAR MODEL

Taras Danylovych
Ph.D in Economic sciences, Associate professor,
Associate professor of the Department of Business Economics and Investment
The Lviv Polytechnic National University», Ukraine
Oleksandr Bunak
Applicants for higher education of the degree of Doctor of Philosophy
Specialty 051 "Economics"
Lviv Polytechnic National University, Ukraine
Ihor Pankiv
Applicants for higher education of the degree of Doctor of Philosophy
Specialty 051 "Economics"
Lviv Polytechnic National University, Ukraine

Summary. *The article explores the role of science parks as a key element of the non-linear model of the innovation process. The main problems of commercialization of innovations, which are to blame for geopolitical instability, are analyzed, and the needs of the market are analyzed by academic researchers. It is intended that the science park in the non-linear models of the innovation process will transform from a passive pre-scientific center to an active organizer, which will create a global ecosystem for innovative activity. It is concluded that the quick-service of communication, preliminary and technological squares of the scientific park allows to generate innovative ideas on the basis of technological possibilities and market food. zhittezdatnist innovation from the very*

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

beginning. A mechanism for a continuous innovation cycle that ensures a smooth transition from an idea to a commercially successful product is proposed. It is established that the innovation infrastructure of the science park is a fundamental element for the successful commercialization of innovations, the fragments of the combination of transformed scientific knowledge into economic value competitive advantage of removable products.
Keywords: *science park, ecosystem, nonlinear model of innovation process, pre-acceleration stage, innovation infrastructure.*

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.019

ОПТИМІЗАЦІЙНІ МОДЕЛІ В УПРАВЛІННІ ІТ-ПРОЄКТАМИ

Барболіна Тетяна Миколаївна
д-р. фіз.-мат. наук, доцент,
декан факультету комп'ютерних наук, математики, фізики та економіки
Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка, Україна

Анотація. *У статті розглядаються задачі мережевого планування в управлінні ІТ-проєктами. Запропоновано формалізацію задачі складання плану робіт, який при мінімальній тривалості проєкту мінімізує вартість робіт. Продемонстровано можливість використання інформаційних технологій для розв'язування сформульованої задачі.*

Ключові слова: *управління ІТ-проєктами; критичний шлях; моделювання; оптимізація.*

Зростання масштабів діяльності організацій зумовлює потребу в об'єднанні послідовностей дій, спрямованих на досягнення певної мети, у проєкти, а також систематичне вивчення способів і методів забезпечення ефективного управління такими проєктами. Особливого поширення проєктний підхід набув у галузі розробки програмного забезпечення.

Управління ІТ-проєктами є важливим чинником успішної діяльності підприємства. Розвиток нових технологій, підвищення вимог до якості продуктів, конкурентне середовище підвищують увагу до адаптивності в управлінні ІТ-проєктами, удосконалення інструментарію, розробки нових методів і підходів, які забезпечуватимуть підвищення ефективності управління.

Проблематика управління ІТ-проєктами знайшла відображення у працях Н. М. Данилюк, А. В. Катренка, О. В. Кіндрат, Т. А. Немченко, І. Г. Фадєєвої, Н. П. Юрчук та ін.

Підвищення ефективності управління ІТ-проєктами можливе за рахунок використання методів математичного моделювання. Питанням добору математичного апарату для формування оптимальної програми управління ІТ-проєктами присвячена стаття І. Ю. Івченко, І. Л. Михелєва, Т. А. Фаріонової, Н. Р. Книрік, О. І. Маршак [1]. Автори розглядають одно- та багатокритеріальні задачі оптимізації, мультиагентний підхід, імітаційне моделювання та ін.

Аналіз можливостей застосування різних методів оптимізації для формування портфеля незалежних ІТ-проєктів із залежними роботами кількох видів здійснено О. Ю. Івченковою і А. О. Лях [2].

У статті [6] запропоновано підхід до оптимізації розподілу задач у багатокомандних ІТ-проєктах шляхом поєднання методу критичного шляху та лінійного програмування. Автори пропонують модель, яка збалансовує розподіл ресурсів та планування завдань для оптимізації робочих процесів.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Праці Г.О. Димової, С. І. Застєнкіної [7], Я. О. Колодінської [3], А. І. Кузьмичова [4], О. В. Русанової, О. В. Корочкіна, Ю. І. Медведкової [8] присвячені мережевому моделюванню процесів управління ІТ-проєктами.

Метою даної статті є формалізація задач мережевого планування як оптимізаційних задач.

Нехай реалізація проєкту передбачає виконання n робіт, очікувані тривалості яких дорівнюють d_i ($i = 1, \dots, n$). Множина P упорядкованих пар відображає залежності між роботами: $(i, k) \in P$ тоді і лише тоді, коли робота i повинна бути завершена до початку виконання роботи k.

Позначимо r_i та p_i – відповідно найбільш ранній та пізній можливий час початку виконання i-ої роботи. Величини r_i можуть бути знайдені [4] як розв'язок задачі лінійного програмування

$$\mathrm{r_1 + r_2 + \cdots + r_n \to min}, \quad (1)$$

$$\mathrm{r_j - r_i \geq d_i} \text{ для всіх } \mathrm{(j, i) \in P}, \quad (2)$$

$$\mathrm{r_i \geq 0 \ \forall i = 1, \dots, n}. \quad (3)$$

Оптимум T^* цільової функції у задачі *(1)–(3)* визначає мінімальний час реалізації проєкту, який дорівнює $T^* + d_n$. Тоді пізній час p_i початку виконання робіт можна знайти, розв'язавши задачу лінійного програмування [4]

$$\mathrm{p_1 + p_2 + \cdots + p_n \to max}, \quad (4)$$

$$\mathrm{p_j - p_i \geq d_i} \text{ для всіх } \mathrm{(j, i) \in P}, \quad (5)$$

$$\mathrm{p_n = T^*} \quad (6)$$

$$\mathrm{p_i \geq 0 \ \forall i = 1, \dots, n}. \quad (7)$$

Роботи, для яких ранній і пізній час початку виконання рівні, визначають критичний шлях.

У праці [5] розглядається задача мінімізації вартості при збереженні знайденого критичного шляху за рахунок використання резервів, наявних у некритичних роботах. При цьому автори вводять додаткове припущення про лінійну залежність між часом виконання роботи та її вартістю. Зазначене припущення дозволяє звести задачу до задачі лінійного програмування.

Інший підхід до врахування змін вартості запропоновано в [3]. Автор пропонує для кожної роботи розглядати два варіанти тривалості виконання та відповідної вартості: «стандартний» і «критичний». У першому випадку час виконання більший за нижчої вартості, у другому – час зменшується, але водночас збільшується вартість.

Розглянемо формалізацію такого підходу у вигляді задачі булевого програмування. Позначимо d_i^c і d_i^k – відповідно «стандартний» і «критичний» час виконання роботи i, а v_i^c і v_i^k – «стандартну» і «критичну» вартість.

Нехай $x_i = 0$, якщо роботи i виконується за «стандартний» час, і $x_i = 1$, якщо за «критичний». Тоді час виконання i-ої роботи може бути обчислений таким чином:

$$d_i = d_i^c(1 - x_i) + d_i^k x_i$$

або

$$d_i = d_i^c - (d_i^c - d_i^k)x_i.$$

Таким чином, для всіх $(j, i) \in P$ повинна виконуватися нерівність

$$r_j - r_i \geq d_i^c - (d_i^c - d_i^k)x_i$$

або

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

$$r_j - r_i + (d_i^c - d_i^k)x_i \geq d_i^c. \quad (8)$$

Для збереження тривалості проєкту, що відповідає знайденому критичному шляху, повинно виконуватися співвідношення

$$r_n = T^*. \quad (9)$$

Оскільки вартість виконання i-ої роботи обчислюється як

$$v_i = v_i^c - (v_i^c - v_i^k)x_i,$$

то задача пошуку раннього часу початку кожної роботи полягає у мінімізації функції

$$\sum_{i=1}^{n}(v_i^c - (v_i^c - v_i^k)x_i) \to \min \quad (10)$$

за умов *(3), (8), (9)* та

$$x_i \in \{0,1\}\ \forall i = 1, \dots, n. \quad (11)$$

Для пошуку пізнього часу початку кожної роботи знайдемо максимум функції *(4)* за умов *(6), (7), (11)* та

$$p_j - p_i + (d_i^c - d_i^k)x_i \geq d_i^c,$$

$$\sum_{i=1}^{n}(v_i^c - (v_i^c - v_i^k)x_i) = V^*$$

де V^* – оптимум цільової функції у задачі (3), (8), (9)–(11).

Формалізація задачі дозволяє використовувати для її розв'язування програмні засоби, наприклад, надбудови (або розширення) табличного процесора для розв'язування оптимізаційних задач. Розглянемо електронну таблицю для прикладу, наведеного в роботі [3, с. 293] (рис. 1).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA
1	r1	r2	r3	r4	r5	r6	r7	r8	r9	r10	r11	r12	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12			
2	0	2	0	5	5	0	12	17	11	20	23	26	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1				
3													150	100	150	100	600	100	200	250	600	150	200		1		=SUMPRODUCT($A$2:$W$2;A3:W3)
4	-1	1											1												3		=SUMPRODUCT($A$2:$W$2;A4:W4)
5		-1		1										1											4		=SUMPRODUCT($A$2:$W$2;A5:W5)
6		-1			1									1											4		=SUMPRODUCT($A$2:$W$2;A6:W6)
7			-1		1										1										3		=SUMPRODUCT($A$2:$W$2;A7:W7)
8						-1	1											1							2		=SUMPRODUCT($A$2:$W$2;A8:W8)
9				-1				1								1									2		=SUMPRODUCT($A$2:$W$2;A9:W9)
10							-1	1											2						5		=SUMPRODUCT($A$2:$W$2;A10:W10)
11					-1				1								2								8		=SUMPRODUCT($A$2:$W$2;A11:W11)
12									-1	1											3				12		=SUMPRODUCT($A$2:$W$2;A12:W12)
13								-1			1									2					6		=SUMPRODUCT($A$2:$W$2;A13:W13)
14									-1	1												1			4		=SUMPRODUCT($A$2:$W$2;A14:W14)
15											-1	1											2		5		=SUMPRODUCT($A$2:$W$2;A15:W15)
16												1													26		=SUMPRODUCT($A$2:$W$2;A16:W16)

Рис 1. Приклад заповнення таблиці для розв'язування задачі *(3), (8), (9)–(11)* за допомогою надбудови табличного процесора

Тут клітинки у рядку 2 відповідають змінним r_i та x_i, у рядку 3 внесено відповідні коефіцієнти цільової функції (різниця між «критичною» і «стандартною» вартістю), рядки 4-15 відповідають обмеженням *(8), (9)*; невід'ємність змінних, як і умова *(11)*, задаються у процесі налаштування параметрів надбудови табличного процесора. Інші налаштування розв'язувача:

– значення цільової функції у клітинці $Y$3;
– змінювані комірки $A$2:$V$2;
– обмеження $Y$4:$Y$14>=$$W$4:$W$14, $Y$15=$W$15.

Як підсумок відзначимо, що перехід від якісного опису вимог до кількісного, підбір відповідних математичних моделей дозволяє

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

використовувати відомі математичні методи до розв'язування задач управління ІТ-проєктами з метою збільшення ефективності. Точність моделі може бути підвищена, зокрема, за рахунок урахування невизначеності, імовірнісного характеру величин.

Список використаних джерел:

[1] Івченко, І. Ю., Михелєв, І. Л., Фаріонова, Т. А., Книрік, Н. Р., & Маршак, І. О. (2024). Моделювання задач оптимізації управління ІТ-проектами. *Electrotechnic and Computer Systems*, (40 (116)), 25-36.
[2] Івченкова, О. Ю., & Лях, А. О. (2016). Аналіз моделей і методів розподілу трудових ресурсів в управлінні реалізацією портфеля ІТ-проектів. *Вісник економічної науки України*, (2), 87-91.
[3] Колодінська, Я. (2024). Мережеві методи моделювання процесів управління іт-проєктами в умовах цифрової економіки. *Herald of Khmelnytskyi National University. Economic sciences*, 326(1), 289-296. https://doi.org/10.31891/2307-5740-2024-326-45.
[4] Кузьмичов, А. І. (2025). Мережеве моделювання розкладу проєктної програми за підходом Systems Engineering. *Реєстрація, зберігання і обробка даних*, 27(1), 64-75. https://doi.org/10.35681/1560-9189.2025.27.1.335709
[5] Хома, Л. Г. (2021). Інформаційна модель сіткового планування у формуванні стратегії підприємства. У *Методи та моделі управління складними системами* (с. 246–287). ВПЦ «Університетська думка».
[6] Bihun, R., & Karpov, I. (2024). MODELING AND OPTIMIZATION OF TASK SCHEDULING IN MULTI-TEAM IT PROJECTS. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка» «Інформаційні системи та мережі»* (16), 104-11. https://doi.org/10.23939/sisn2024.16.104/
[7] Dymova, H., & Zastienkina, S. (2023). OPTIMAL MODEL FOR EVALUATING THE TOTAL DURATION OF A BUSINESS PROCESS. *Taurida Scientific Herald. Series: Economics*, (18), 274-283. https://doi.org/10.32782/2708-0366/2023.18.32
[8] Rusanova, O. V., Korochkin, O. V., & Medvedkova, J. I. (2022). Спосіб управління проєктами на основі мережевого планування. *Problems of Informatization and Management*, *3*(71), 51-56. https://doi.org/10.18372/2073-4751.71.17003

OPTIMIZATION MODELS IN IT-PROJECT MANAGEMENT

Tetiana Barbolina
D. Sc. in Physics and Mathematics, Associate professor,
Dean of the Faculty of Computer Sciences, Mathematics, Physics and Economics
Poltava V. G. Korolenko National Pedagogical University, Ukraine

Summary. *The article considers network planning problems in IT project management. It proposes a formalization of the task of creating a work schedule that minimizes project costs while maintaining the shortest possible duration. The possibility of using information technologies to solve the formulated problem is demonstrated.*
Keywords: *IT-project management; critical path; modelling; optimization.*

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.020

СИНЕРГІЯ КЛЮЧОВИХ ІНДИКАТОРІВ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА РИЗИКУ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ СТІЙКОСТІ ПІДПРИЄМСТВ ДО ЦИФРОВИХ ВИКЛИКІВ

Роздопченюк Василь Миколайович
здобувач вищої освіти третього (освітньо-наукового) рівня
Національний університет водного господарства та природокористування, Україна

Анотація. *У статті досліджено теоретико-методичні засади інтеграції ключових індикаторів ефективності (KPI) та ключових індикаторів ризику (KRI) у систему управління економічною безпекою підприємства в умовах цифрової трансформації. Розглянуто підходи до поєднання індикаторів результативності й ризику в єдиний ризик-орієнтований контур прийняття рішень. Установлено, що формалізація взаємозв'язків між KPI та KRI підвищує точність ранньої діагностики загроз і релевантність управлінських дій. Систематизовано галузеву типологію KPI/KRI (виробництво, фінансовий сектор, роздрібна торгівля, ІКТ і телекомунікації, енергетика) з уточненням змісту показників та методик їх обчислення, а також окреслено підхід до встановлення порогових значень як елементів політики ризик-толерантності. Розроблено логіко-структурну модель взаємодії KPI та KRI, що узгоджує моніторинг ефективності з моніторингом ризиків і підтримує сценарне реагування. Обґрунтовано практичні рекомендації щодо впровадження інтегрованого індикаторного інструментарію на підприємствах; окреслено перспективи подальших досліджень, пов'язані з галузевою стандартизацією наборів KPI/KRI та вдосконаленням процедур прогнозної аналітики.*

Ключові слова: *економічна безпека підприємства; цифрова трансформація; ризик-орієнтоване управління; ключові індикатори ефективності (KPI); ключові індикатори ризику (KRI); моніторинг ризиків.*

Постановка проблеми. У контексті масштабної цифрової трансформації України, що демонструє суттєві результати (лише за шість років наша держава піднялася із 102-го на 5-те місце у світовому рейтингу розвитку цифрових публічних послуг [1]), підприємства змушені функціонувати у середовищі підвищеної невизначеності, що зумовлює зростання впливу зовнішніх і внутрішніх ризиків на їхню економічну безпеку.

Наукові дослідження свідчать, що застосування цифрових рішень є визначальним чинником підвищення стійкості бізнесу: зокрема, залучення фахівців у сфері інформаційно-комунікаційних технологій до кадрового складу підприємств, а також розвиток електронної комерції істотно посилюють

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

адаптивність до кризових ситуацій і забезпечують безперервність бізнес-процесів [2]. Це підтверджує необхідність оновлення методологічних підходів до управління економічною безпекою.

Традиційні методи оцінювання ефективності господарської діяльності не враховують багатовимірний характер ризиків, які здатні змінювати траєкторію досягнення стратегічних і операційних цілей. Використання ключових показників ефективності (Key Performance Indicators, KPI) та ключових показників ризику (Key Risk Indicators, KRI) у наукових публікаціях розглядається як перспективний інструмент удосконалення управлінських практик [3]. Також література містить системні дослідження стосовно управління ризиками в умовах цифрової трансформації, зокрема у контексті малого й середнього бізнесу, де основні загрози включають цифрові, технологічні та організаційні ризики [4]. Крім того, у сфері сталого розвитку підприємств доведено, що інтеграція цифрових технологій та прогнозного моделювання в системи ризик-менеджменту підвищує організаційну стійкість у кризових умовах [5].

Незважаючи на наявні напрацювання, відсутня цілісна методологічна рамка, яка б поєднала KPI та KRI у структурований, адаптивний до цифрових умов інструментарій управління. Це викликає як науковий, так і практичний запит на розробку універсальної типології та методології, здатних враховувати галузеві особливості, цифрову зрілість та стратегічні пріоритети підприємств.

Мета роботи. Мета роботи полягає у концептуалізації взаємозв'язку ключових індикаторів ефективності (KPI) та ключових індикаторів ризику (KRI) у системі управління економічною безпекою підприємства шляхом обґрунтування методологічних засад їх інтеграції у єдиний ризик-орієнтований підхід. Дослідження спрямоване на усунення теоретичних прогалин у трактуванні KPI та KRI як взаємопов'язаних інструментів стратегічного та оперативного управління, що забезпечують ранню діагностику загроз і формування адаптивної моделі економічної стійкості підприємства в умовах цифрової трансформації.

Виклад основного матеріалу. У сучасних умовах цифрової трансформації економіки підприємства змушені функціонувати в середовищі підвищеної невизначеності, що зумовлює необхідність постійного моніторингу як ефективності їхньої діяльності, так і рівня ризиків, які впливають на здатність досягати стратегічних і операційних цілей. Відтак актуалізується інтеграція двох класів індикаторів: ключових показників ефективності та ключових показників ризику, у систему управління економічною безпекою підприємства. Водночас ефективність застосування таких індикаторів значною мірою визначається специфікою галузі, технологічною структурою бізнес-процесів і рівнем цифрової зрілості організації.

Формування узагальненої типології KPI та KRI у галузевому розрізі дає змогу систематизувати підходи до моніторингу ризиків та ефективності, враховуючи характерні для окремих секторів економіки загрози, регуляторні вимоги та бізнес-логіку операційної діяльності. Це, у свою чергу, дозволяє підвищити релевантність індикаторного інструментарію та забезпечити його адаптацію до практичних потреб підприємства у межах ризик-орієнтованого підходу. Особливої ваги набуває також поєднання методики обчислення KPI з

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

чітким тлумаченням змісту KRI – як інструментів ранньої діагностики небажаних тенденцій, що можуть негативно позначитися на економічній стійкості суб'єкта господарювання.

У зв'язку з цим у таблиці 1 подано систематизовану типологію KPI та KRI з урахуванням галузевої специфіки та методиками розрахунку ключових індикаторів ефективності. Такий підхід дозволяє поєднати стратегічну орієнтацію системи управління ризиками з вимогами операційної адаптивності та дає можливість формалізувати порогові значення допустимого рівня ризику і толерантності у рамках сучасного ризик-менеджменту підприємства.

Таблиця 1

Типологія ключових індикаторів ефективності (KPI) та ключових індикаторів ризику (KRI) у галузевому розрізі

Галузь економічної діяльності	KPI – ключові індикатори ефективності	KRI – ключові індикатори ризику
1	2	3
Виробництво	• Собівартість одиниці продукції = Собівартість реалізованої продукції / Обсяг виробництва. • Рівень браку = (Обсяг дефектної продукції / Загальний обсяг виробництва) × 100%. • Рівень інноваційності = (Обсяг інноваційної продукції / Загальний обсяг реалізації) × 100%.	• FR (Failure Rate – частота відмов): кількість збоїв за одиницю часу. • MTTR (Mean Time to Repair – середній час ремонту): час відновлення обладнання. • Втрати ресурсів: частка втрат сировини чи енергії у загальних витратах.
Фінансовий сектор	• ROA (Return on Assets, рентабельність активів) = Чистий прибуток / Середньорічна вартість активів × 100%. • Cost-to-Income Ratio (індекс витратомісткості доходу) = Операційні витрати / Операційний дохід × 100%. • Дохідність портфеля = Чистий прибуток від портфеля / Середньорічна вартість активів портфеля × 100%.	• NPL (Non-Performing Loans): частка проблемних кредитів у портфелі. • Кількість інцидентів шахрайства: підозрілі операції. • Кількість кіберінцидентів: несанкціонований доступ до систем.
Роздрібна торгівля	• Середній чек = Загальний обсяг продажів / Кількість чеків. • Оборотність запасів = Собівартість реалізованої продукції / Середньорічна вартість запасів. • Рівень утримання клієнтів (Customer Retention Rate, CRR) = ((Кількість клієнтів на кінець періоду – Нові клієнти за період) / Кількість клієнтів на початок періоду) × 100%.	• Відсоток повернень: частка поверненого товару. • Disruption Rate: збої у доставці чи поставках. • Loss Rate: втрати через крадіжки або псування товару.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Продовження таблиці 1

1	2	3
Інформаційні технології та телекомунікації	• Середній дохід на одного користувача (ARPU,Average Revenue per User) = Загальний операційний дохід / Середня кількість активних користувачів за період. • Коефіцієнт залученості користувачів (DAU/MAU, Daily Active Users / Monthly Active Users) = Число щоденних активних користувачів / Число щомісячних активних користувачів × 100% . • Рівень доступності сервісу (Uptime) = Час без збоїв / Повний час функціонування × 100%.	• Кількість DDoS-атак: атаки на стабільність систем. • SLA (Service Level Agreement) Breach Rate: невиконані зобов'язання перед клієнтами. • MTTD (Mean Time to Detect): середній час виявлення інциденту.
Енергетика	• Коефіцієнт корисної дії (ККД) = Обсяг корисно використаної енергії / Загальні енергетичні витрати × 100%. • Частка електроенергії з відновлюваних джерел = Обсяг виробленої енергії з відновлюваних джерел / Загальне виробництво електроенергії × 100%. • Енергоємність виробництва = Сукупне енергоспоживання / Обсяг виробленої продукції (у вартісному або натуральному вимірі).	• Energy Loss Rate: втрати енергії в мережах. • SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) Incidents: зареєстровані випадки порушень, збоїв або атак на інфраструктуру автоматизованого управління технологічними процесами. • Кількість аварій: відмови у генерації чи постачанні.

Дані сформовано з [6–10]

Зазначимо, що вибір і налаштування конкретних KRI і KPI мають здійснюватися з урахуванням стратегічних цілей підприємства, галузевої специфіки та цифрової зрілості організації. Ключова мета – це виявлення порогових значень, при перевищенні яких ініціюється реакція в межах системи управління ризиками.

Наведена типологізація ключових індикаторів ефективності (KPI) та ризику (KRI) у галузевому розрізі дозволяє комплексно оцінювати взаємозв'язок між результативністю функціонування підприємства та чинниками ризику, які можуть порушити його економічну стійкість. Поєднання кількісно вимірюваних KPI із галузево релевантними KRI формує підґрунтя для створення збалансованої системи моніторингу, яка є гнучкою до змін зовнішнього середовища та внутрішніх трансформацій бізнес-моделі. Встановлення чітких методик розрахунку KPI забезпечує об'єктивність оцінювання ефективності, тоді як KRI функціонують як інструменти раннього попередження про можливу реалізацію загроз.

З огляду на галузеву специфіку, окреслені індикатори можуть бути використані як для внутрішньої аналітики підприємства, так і для побудови галузевих еталонів ризик-менеджменту. Зокрема, для підприємств, що

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

функціонують в умовах цифровізації, особливої ваги набувають індикатори, пов'язані з кібербезпекою, технологічною надійністю, ефективністю використання енергетичних і людських ресурсів. Такий підхід забезпечує не лише своєчасну ідентифікацію відхилень, а й створення основи для сценарного прогнозування ризиків і оперативного ухвалення управлінських рішень у межах системи економічної безпеки підприємства.

У контексті розвитку ризик-орієнтованих моделей управління економічною безпекою підприємства особливого значення набуває системна візуалізація взаємозв'язків між ключовими індикаторами ризику та індикаторами ефективності. Формалізація таких зв'язків у вигляді блок-схеми дозволяє не лише окреслити логіку їх взаємодії, але й відобразити структурну послідовність інформаційних потоків, які забезпечують дієву підтримку управлінських рішень у динамічному середовищі.

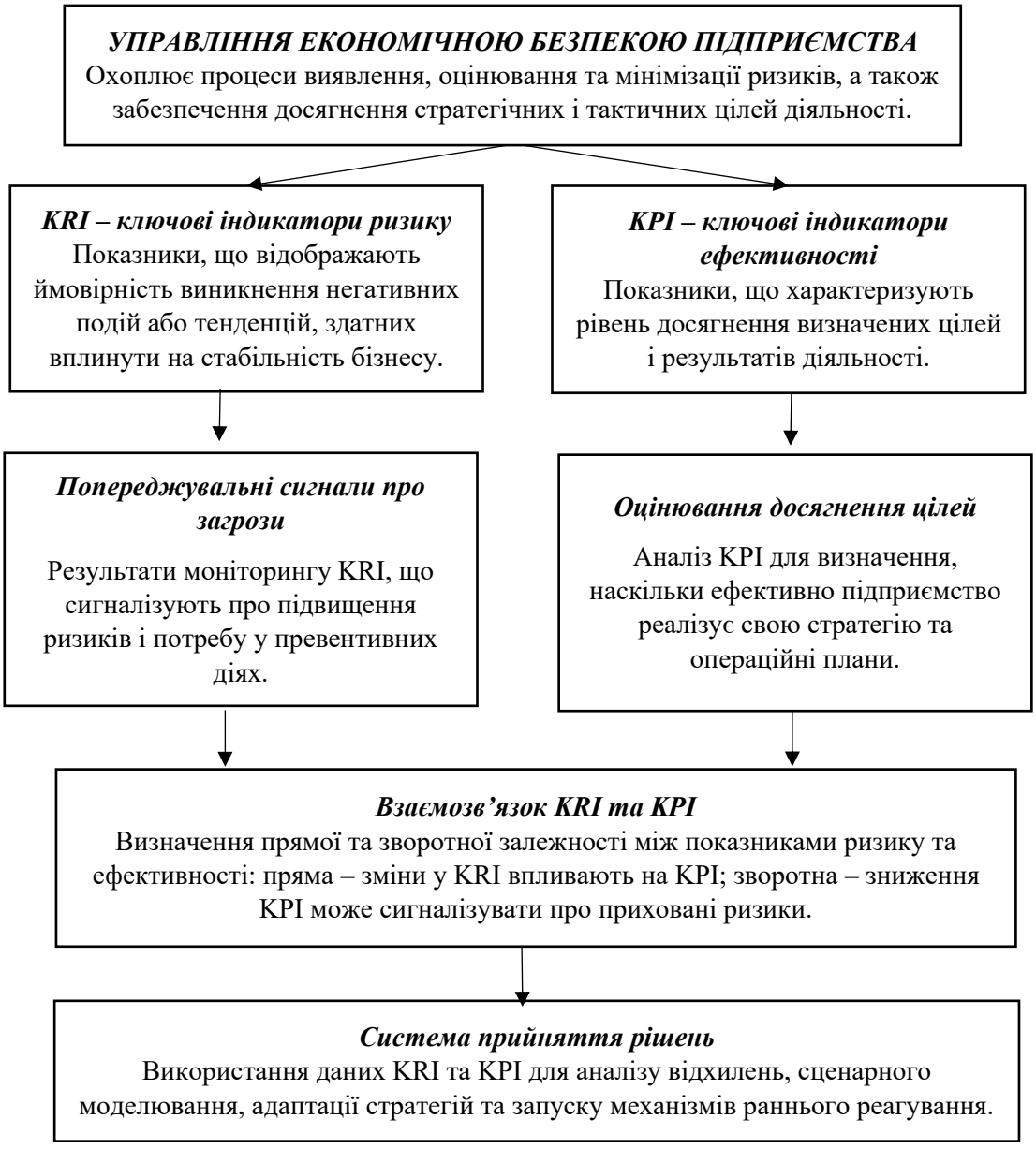


Рис 1. Логіко-структурна модель взаємозв'язку KRI та KPI у системі управління економічною безпекою підприємства

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Представлена на рисунку 1 модель структурована за принципом причинно-наслідкової залежності, де KRI виступають не лише інструментами моніторингу загроз, а й джерелами випереджувальних сигналів про потенційні відхилення від цільових показників діяльності. Вони інтегруються в процеси аналізу KPI, посилюючи здатність підприємства до ранньої діагностики кризових тенденцій і своєчасної реакції на зміни внутрішнього та зовнішнього середовища.

Блок-схема також ілюструє механізм управлінського циклу, у межах якого KRI і KPI взаємодіють із функціональними модулями системи управління: оцінкою ризиків, оперативним плануванням, аудитом безпеки, сценарним аналізом і контролем відповідності. Така структурна побудова дозволяє забезпечити гнучкість управління, узгодження тактичних дій із довгостроковими цілями підприємства та створення адаптивного контуру економічної безпеки на основі цілісного інформаційно-аналітичного забезпечення.

Висновки та пропозиції. У проведеному дослідженні обґрунтовано необхідність інтеграції ключових індикаторів ефективності та ключових індикаторів ризику у систему управління економічною безпекою підприємств. Запропонована типологія індикаторів у галузевому розрізі дозволяє сформувати узгоджений інструментарій, що враховує особливості технологічної структури бізнес-процесів, рівень цифрової зрілості організації та специфіку ризиків у різних секторах економіки. Це створює підґрунтя для побудови комплексної системи моніторингу, яка одночасно виконує функції оцінювання результативності діяльності та раннього попередження про можливі загрози.

Установлено, що формалізація взаємозв'язків між KPI та KRI забезпечує підвищення точності діагностики небажаних тенденцій і дозволяє своєчасно коригувати управлінські рішення. Практичне застосування запропонованого підходу сприяє підвищенню адаптивності підприємств, зниженню вразливості до кризових змін і зміцненню економічної стійкості в умовах цифрової трансформації.

Подальші дослідження доцільно зосередити на розробці галузевих стандартів KPI та KRI, що забезпечуватиме уніфікованість оцінювання ефективності та ризиків, а також на застосуванні інструментів прогнозної аналітики й штучного інтелекту для підвищення точності сценарного моделювання ризиків. Важливим напрямом є також удосконалення нормативно-правової бази управління економічною безпекою з урахуванням цифровізації та посилення міжнародних інтеграційних процесів..

Список використаних джерел:

[1] GovTechIntelHub. (2023). Ukraine's digital transformation as Europe's digital opportunity. https://www.govtechintelhub.org/case-study-details/ukraine%27s-digital-transformation-as-europe%27s-digital-opportunity/aJYTG0000000ZXF4A2.

[2] Sorokina, A., Lebedeva, L. (2025). The impact of digital transformation on enterprises' resilience: Evidence from Ukraine. *AGORA International Journal of Economical Sciences*, 19(1), 303–314. http://univagora.ro/jour/index.php/aijes.

[3] Prasetyo, A. H. (2025). The integration of key risks and performance indicators using COSO-2017 in medium enterprise fintech. *PERWIRA – Jurnal*

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Pendidikan Kewirausahaan Indonesia, 8(1), 38–50. https://www.researchgate.net/publication/391307915_The_Integration_of_Key_Risks_and_Performance_Indicators_Using_COSO-2017_in_Medium_Enterprise_Fintech.

[4] Wang, Z. (2023). Digital transformation and risk management for SMEs: A systematic review on available evidence. *Advances in Economics Management and Political Sciences*, 65(1), 209–218. https://doi.org/10.54254/2754-1169/65/20231639.

[5] Філіппов В. Ю. (2025). Управління ризиками підприємств сталого розвитку в умовах невизначеності та трансформаційного середовища. *Economics: time realities*, 1(77), 118–128. https://doi.org/10.15276/ETR.01.2025.14.

[6] ДСТУ ISO 31000:2018. (2018). *Менеджмент ризиків. Принципи та настанови (ISO 31000:2018, IDT)*. Київ: ДП «УкрНДНЦ». https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=80322.

[7] COSO. (2017). *Enterprise risk management – Integrating with strategy and performance.* Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission. https://www.coso.org/guidance-erm.

[8] NIST. (2024). *The NIST Cybersecurity Framework (CSF) 2.0*. Gaithersburg, MD: National Institute of Standards and Technology. https://csrc.nist.gov/pubs/cswp/29/the-nist-cybersecurity-framework-csf-20/final.

[9] Secureframe. (n.d.). *COSO ERM (Enterprise Risk Management).* Secureframe Glossary. https://secureframe.com/frameworks-glossary/coso-erm.

[10] Sonjai, K. (2022). *Risk management framework (Chapter 4): COSO, ISO 31000, risk appetite, three lines of defence and risk management policies*. New Delhi, India. URL: https://www.researchgate.net/publication/361424531_Risk_Management_Framework_Chapter-4_2022_COSO_ISO_31000_RISK_APPETITE_THREE_LINES_OF_DEFENCE_AND_RISK_MANAGEMENT_POLICIES.

INTEGRATING KEY PERFORMANCE AND RISK INDICATORS TO ENHANCE ORGANIZATIONAL RESILIENCE UNDER DIGITAL TRANSFORMATION

Rozdopcheniuk Vasyl
Postgraduate
National University of Water and Environmental Engineering, Ukraine

Summary. *The article investigates the theoretical and methodological foundations for integrating Key Performance Indicators (KPI) and Key Risk Indicators (KRI) into the enterprise economic security management system under conditions of digital transformation. Approaches to combining performance and risk indicators into a single risk-oriented decision-making contour are examined. It is established that formalizing the interrelationships between KPI and KRI increases the accuracy of early threat diagnostics and the relevance of managerial actions. An industry-specific typology of KPI/KRI (manufacturing, financial sector, retail trade, ICT and telecommunications, energy) is systematized with clarification of indicator content and calculation methods, and an approach to setting threshold values is outlined as part of risk-tolerance policy. A logic-structural model of KPI–KRI interaction is developed, aligning performance monitoring with risk monitoring and supporting scenario-based responses. Practical recommendations for implementing an integrated indicator toolkit at enterprises are substantiated; avenues for further research are outlined, including sectoral standardization of KPI/KRI sets and improvements to forecasting analytics procedures.*

Keywords: *enterprise economic security; digital transformation; risk-oriented management; Key Performance Indicators (KPI); Key Risk Indicators (KRI); risk monitoring.*

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License 2025

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.021

ФІНАНСОВИЙ АСПЕКТ ІНКЛЮЗИВНОГО РОЗВИТКУ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ: ВИКЛИКИ І ПЕРСПЕКТИВИ

Ремболович Владислав Дмитрович
здобувач ступеня доктора філософії
Національний технічний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Україна

***Анотація**. У статті досліджується фінансовий аспект інклюзивного розвитку національної економіки України в умовах глибоких трансформацій, зумовлених військовими діями, економічною нестабільністю та євроінтеграційними процесами. Окреслено ключові концепції інклюзивного зростання, його взаємозв'язок із розподілом доходів, доступом до соціальних послуг та забезпеченням економічної ефективності. Розкрито роль фінансів у реалізації інклюзивного підходу, зокрема через інвестування в людський капітал, фінансування соціальних програм, створення фінансових стимулів та використання різних джерел фінансування від державного бюджету до міжнародної допомоги та державно-приватного партнерства.*

Увага приділяється аналізу поточного стану фінансування соціальної сфери в Україні, динаміці бюджетних витрат, проблемам ефективності використання фінансових ресурсів, залежності від зовнішніх донорів і обмеженості внутрішніх джерел. Окремо проаналізовано виклики, що виникли внаслідок повномасштабної війни, зокрема перерозподіл бюджету на оборону, зростання потреб у соціальній підтримці та руйнування інфраструктури.

У заключній частині статті окреслено перспективи фінансування інклюзивного розвитку у контексті європейської інтеграції України. Розглянуто можливості залучення фінансування через інструменти ЄС (ЄСФ+, ЄФРР, IPA), міжнародні фінансові установи, соціальні інновації (social impact bonds, мікрокредитування, краудфандинг), а також через посилення фінансової спроможності громад. Запропоновано напрями підвищення ефективності бюджетного планування, прозорості та інклюзивності фінансової політики.

***Ключові слова:** інклюзивний розвиток, фінансування, соціальна політика, бюджет, міжнародна допомога, децентралізація, податкова реформа, державно-приватне партнерство.*

Постановка проблеми. В умовах сучасних трансформаційних викликів, спричинених повномасштабною війною, поглибленням соціальної нерівності, демографічною кризою та нестабільністю фінансової системи, питання забезпечення інклюзивного розвитку України набуває особливої актуальності. Інклюзивний розвиток, що передбачає залучення всіх верств населення до соціально-економічного життя, неможливий без достатнього та ефективного фінансування. Водночас, українська економіка стикається з низкою фінансових бар'єрів: обмеженістю бюджетних ресурсів, зниженням податкових

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

надходжень, недосконалістю фінансових механізмів та залежністю від міжнародної допомоги.

Особливої уваги потребує проблема неефективного розподілу та використання наявних коштів у соціальній сфері, що унеможливлює повноцінну реалізацію політики рівних можливостей. Попри зростання витрат на оборону, держава змушена шукати нові джерела фінансування інклюзивних програм, у тому числі за рахунок державно-приватного партнерства, децентралізації та інноваційних фінансових інструментів.

Таким чином, постає потреба в комплексному дослідженні фінансових викликів і можливостей інклюзивного розвитку в Україні, визначенні пріоритетів фінансування та формуванні ефективних механізмів підтримки соціально вразливих груп населення на шляху до сталого економічного зростання.

Аналіз досліджень та публікацій. Проблематика інклюзивного розвитку в контексті національної економіки останніми роками привертає значну увагу вітчизняних та зарубіжних науковців. Теоретичні засади інклюзивного зростання досліджено у працях таких зарубіжних авторів, як J. Stiglitz [1], A. Sen [2], P. Collier [3], які наголошують на важливості забезпечення справедливого доступу до економічних ресурсів, послуг і можливостей як передумови стійкого економічного зростання. Особливу увагу приділено ролі державної політики та фінансових механізмів у зменшенні соціальної нерівності та маргіналізації.

В українській науковій площині інклюзивний розвиток розглядається переважно через призму соціальної політики, регіонального розвитку та фінансового забезпечення. Зокрема, у роботах О. Бандурки [4], Л. Чернюк [5], С. Юрія [6] аналізується необхідність перегляду підходів до бюджетної політики з орієнтацією на соціальну справедливість та підвищення ефективності використання фінансових ресурсів. Значна увага приділяється питанням децентралізації, ролі міжнародної фінансової допомоги та потенціалу державно-приватного партнерства у фінансуванні соціальної інфраструктури.

Водночас, у науковому дискурсі недостатньо дослідженими залишаються питання фінансової стійкості інклюзивного розвитку в умовах війни, зовнішньої залежності, дефіциту бюджету та обмеженого доступу до внутрішніх ресурсів. Також потребують актуалізації напрями ефективного використання міжнародних фінансових інструментів, новітніх підходів до інклюзивного бюджетування, соціального інвестування та краудфінансування.

Таким чином, існує потреба у комплексному дослідженні фінансових механізмів забезпечення інклюзивного розвитку в Україні з урахуванням поточних викликів і євроінтеграційних перспектив.

Метою статті є дослідження фінансового аспекту інклюзивного розвитку національної економіки України в умовах сучасних викликів, зокрема воєнного стану, соціально-економічної нестабільності та зовнішньої залежності. У роботі акцентовано увагу на аналізі проблем ефективного використання фінансових ресурсів, оцінці ролі державного та міжнародного фінансування, а також на визначенні перспектив і інструментів забезпечення інклюзивного розвитку в контексті євроінтеграції та післявоєнного відновлення країни.

Виклад основного матеріалу. У сучасних умовах глобальної економічної трансформації поняття інклюзивного розвитку набуває особливого значення як

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

нова модель зростання, що поєднує економічну ефективність, соціальну справедливість та екологічну стійкість. На відміну від традиційних концепцій розвитку, які фокусуються переважно на збільшенні ВВП, інклюзивний розвиток передбачає рівномірне охоплення усіх соціальних груп результатами економічного прогресу.

Такий підхід не лише сприяє більш справедливому розподілу благ, але й виступає необхідною умовою стабільності та довгострокового зростання. Він формує основу для соціальної згуртованості, зниження рівня бідності, розширення людського капіталу та підвищення суспільної довіри. У цьому контексті особливу увагу заслуговує взаємозв'язок між розподілом доходів, доступом до базових послуг (освіта, охорона здоров'я, фінансові послуги) та економічною ефективністю.

Водночас нерівномірний доступ до ресурсів і можливостей породжує соціальні диспропорції, що у свою чергу гальмує загальнодержавний розвиток. Навпаки, інвестиції в інклюзивні фінансові системи та соціальні інститути створюють позитивний мультиплікативний ефект, стимулюючи внутрішній попит, підприємництво та інноваційність.

У цьому зв'язку фінансовий аспект інклюзивного розвитку набуває особливої ваги як ключовий інструмент забезпечення економічної динаміки та стійкості національної економіки, особливо в умовах структурних викликів і глобальної нестабільності.

Передусім, варто наголосити, що фінансова система відіграє визначальну роль у забезпеченні інклюзивності, оскільки саме через фінансові механізми реалізується перерозподіл ресурсів, підтримка соціально вразливих груп та стимулювання інвестицій у людський капітал.

Інклюзивність економіки неможлива без надійного державного фінансування базових соціальних програм, таких як пенсійне забезпечення, адресна допомога, субсидії, доступ до житла, інфраструктура для людей з інвалідністю тощо. Фінансування таких програм не лише знижує рівень бідності, а й сприяє економічній мобільності, тобто можливості для представників різних соціальних груп покращити свій добробут завдяки рівному старту.

При цьому важливу роль відіграє ефективне бюджетне планування, зокрема застосування програмно-цільового методу, який дозволяє спрямовувати кошти саме на ті категорії послуг, що мають найбільший соціальний ефект. Це особливо актуально для регіонів з високим рівнем соціальної вразливості, де концентрація потреб у державній підтримці є найбільшою.

Наступним ключовим напрямом є інвестиції в людський капітал, зокрема в освіту та охорону здоров'я. Доступ до якісної освіти забезпечує людям конкурентні переваги на ринку праці, розширює можливості для працевлаштування та сприяє інноваційній активності. Охорона здоров'я, у свою чергу, безпосередньо впливає на продуктивність праці, тривалість життя та загальну якість людського потенціалу.

Для досягнення інклюзивного ефекту, державні та приватні інвестиції у ці сектори мають бути рівномірно розподілені між регіонами та забезпечувати рівний доступ до послуг, незалежно від місця проживання, статі, віку чи соціального статусу.

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Не менш важливим напрямом є створення рівних можливостей через фінансові стимули. Фінансова політика може бути потужним інструментом мотивації бізнесу та населення до соціально орієнтованої діяльності. Наприклад, податкові пільги для підприємств, які працевлаштовують осіб з інвалідністю, молодь, ветеранів, внутрішньо переміщених осіб, дозволяють зменшити навантаження на державу та водночас підвищити рівень зайнятості серед вразливих категорій населення.

На завершення варто акцентувати увагу на фінансовій інклюзії тобто забезпеченні доступу до банківських послуг, мікрокредитування, цифрових платіжних систем та інших фінансових інструментів. Їхнє широке впровадження дає можливість малозабезпеченим та віддаленим групам населення брати активну участь в економічному житті країни, що, у свою чергу, сприяє поступовому соціально-економічному піднесенню та зміцненню загальної економічної стабільності.

Продовжуючи аналіз фінансового аспекту інклюзивного розвитку, варто звернути увагу на різноманітні джерела фінансування, що формують основу для реалізації соціально орієнтованої економічної політики.

Державний бюджет виступає головним джерелом фінансування базових соціальних програм і проектів, пов'язаних із забезпеченням інклюзивності. За рахунок податків і зборів формуються ресурси для освіти, охорони здоров'я, соціального захисту та інфраструктурного розвитку. При цьому важливо не лише обсяг фінансування, але й ефективність його використання, прозорість бюджетного процесу та орієнтація на досягнення соціальних результатів. Упровадження програмно-цільового методу бюджетування дає змогу спрямовувати кошти на найбільш уразливі верстви населення і забезпечувати адресну підтримку.

Приватний сектор також відіграє важливу роль у фінансуванні інклюзивного розвитку. Завдяки механізмам корпоративної соціальної відповідальності (КСВ) компанії інвестують у соціальні проєкти, підтримують освіту, охорону здоров'я, розбудову інфраструктури. Крім того, соціальні інвестиції, орієнтовані на досягнення як фінансових, так і соціальних результатів, створюють умови для сталого економічного розвитку з урахуванням інтересів громади.

Міжнародна фінансова допомога, включаючи гранти та пільгові кредити від міжнародних організацій (ЄС, Світовий банк, ПРООН, ЮНІСЕФ тощо), є вагомим джерелом ресурсів для реалізації інклюзивних проектів, особливо в умовах недостатності внутрішнього фінансування. Така допомога часто спрямовується на інституційні реформи, підтримку освіти та охорони здоров'я, розвиток громадянського суспільства, інтеграцію вразливих груп.

Неурядові організації (НУО) та благодійні фонди доповнюють державні та міжнародні джерела фінансування, здійснюючи оперативну підтримку соціальних ініціатив. Вони часто мають гнучкість у прийнятті рішень, працюють безпосередньо з громадами та мають глибоке розуміння потреб цільових груп. Діяльність таких організацій важлива для забезпечення інклюзивності у регіонах, де державна підтримка є обмеженою.

Водночас усе більшого поширення набувають змішані моделі фінансування, що передбачають співпрацю між державою, бізнесом,

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

міжнародними донорами та громадянським суспільством. Прикладом можуть слугувати державно-приватні партнерства у сфері освіти чи охорони здоров'я, соціальні облігації або інвестиційні фонди з інклюзивною орієнтацією. Такий підхід дозволяє мобілізувати значно більші ресурси та забезпечити синергію зусиль усіх учасників процесу інклюзивного розвитку.

Таким чином, ефективне залучення й поєднання різних джерел фінансування є ключовою передумовою для побудови інклюзивної національної економіки, що забезпечує рівні можливості, соціальну справедливість та економічну сталість.

У сучасних умовах соціально-економічної нестабільності, зумовленої воєнним конфліктом, внутрішніми структурними диспропорціями та зовнішніми економічними викликами, фінансування інклюзивного розвитку в Україні стикається з низкою серйозних проблем. Незважаючи на декларативну орієнтацію державної політики на соціальну справедливість, обсяг і структура бюджетних видатків свідчать про певні обмеження у можливостях повноцінного фінансування ключових сфер інклюзивного розвитку.

У сучасних умовах соціально-економічної нестабільності, зумовленої воєнним конфліктом, внутрішніми структурними диспропорціями та зовнішніми економічними викликами, фінансування інклюзивного розвитку в Україні стикається з низкою серйозних проблем. Незважаючи на декларативну орієнтацію державної політики на соціальну справедливість, обсяг і структура бюджетних видатків свідчать про певні обмеження у можливостях повноцінного фінансування ключових сфер інклюзивного розвитку. В таблиці 1 наведено динаміка видатків державного бюджету України за 2022-2024 роки.

Таблиця 1

Видатки державного бюджету України (функціональна класифікація) у 2022-2024 рр. [7]

Видатки державного бюджету України на	2022 рік		2023 рік		2024 рік	
	млн.грн	%	млн.грн	%	млн.грн	%
Усього	2705423,3	100,0	4014418,1	100,0	4486682,7	100,0
Загальнодержавні функції	201999,1	7,47	296139,1	7,38	374306,6	8,34
Оборона	1142872,4	42,24	2097620,5	52,25	2304475,1	51,36
Громадський порядок, безпека, судова влада	443323,2	16,39	574614,6	14,31	692658,7	15,44
Економічна діяльність	95368,4	3,53	134307,6	3,35	163133,8	3,64
Охорона навколишнього середовища	4714,1	0,17	5202,5	0,13	9515,1	0,21
Житлово-комунальне господарство	528,6	0,02	8369,4	0,21	7540,5	0,17
Охорона здоров'я	184267,8	6,81	179258,2	4,47	201445,4	4,49
Духовний та фізичний розвиток	11051,3	0,41	11817,7	0.29	16202,7	0,36
Освіта	58508,1	2,16	60452,2	1,51	64738	1,44
Соціальний захист та соціальне забезпечення	425987	15,75	469251,2	11,69	464734,4	10,36
Міжбюджетні трансферти	136803,3	5,06	177385,2	4,42	187932,4	4,19

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

У структурі державного бюджету України значну частку займають видатки на соціальну сферу, зокрема на: освіту, охорону здоров'я, соціальний захист населення та соціальне забезпечення, духовний та фізичний розвиток.

Однак динаміка фінансування цих напрямів демонструє коливання та нестабільність, що пов'язані як з бюджетними обмеженнями, так і з пріоритетністю оборонного сектора в умовах воєнного стану.

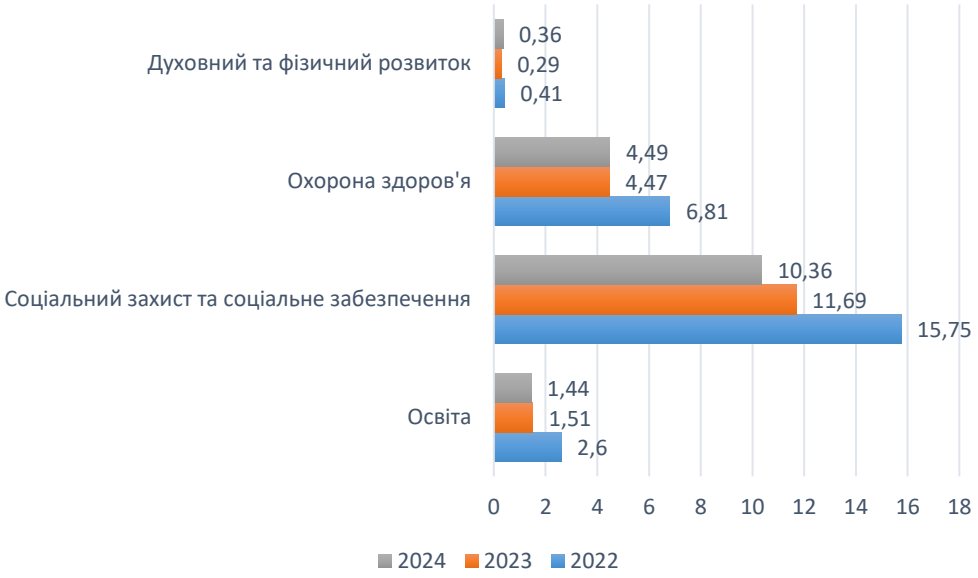


Рис.1. Частка витрат державного бюджету на освіту, охорону здоров'я, соціальний захист населення та соціальне забезпечення, духовний та фізичний розвиток за 2022-2024 рр.

Аналіз таблиці показує, що найбільшу частку витрат у структурі фінансування соціальної сфери України займає соціальний захист та соціальне забезпечення, частка яких знизилась з 15,75% до 10,36% протягом трьох років. Видатки на освіту також демонструють негативну динаміку з 2,6% до 1,44%, що свідчить про скорочення підтримки освітньої галузі. Видатки на охорону здоров'я залишаються відносно стабільними (приблизно 4,5%), але нижчими за рекомендовані європейські показники. Найменш фінансується сфера духовного та фізичного розвитку на рівні 0,36–0,41%, що свідчить про маргіналізацію цієї складової інклюзивного розвитку. Загалом спостерігається скорочення фінансування ключових соціальних сфер, що ускладнює досягнення цілей інклюзивного розвитку.

Варто відзначити і те, що з початком повномасштабної військової агресії проти України структура бюджетних пріоритетів зазнала суттєвих змін. Уряд був змушений здійснити перерозподіл бюджетних коштів на користь сектору оборони та безпеки, що, у свою чергу, призвело до скорочення фінансування соціальних програм, освіти, охорони здоров'я та інших базових послуг. Такий перерозподіл коштів став вимушеним заходом в умовах екзистенційної загрози, однак він суттєво ускладнив реалізацію політики інклюзивного розвитку (рис.2).

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

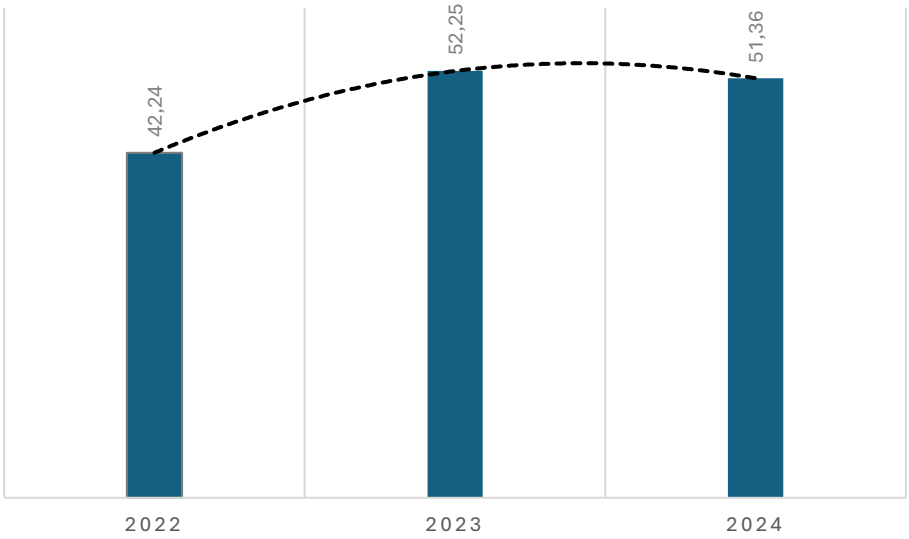


Рис. 2. Динаміка частки видатків на оборону в Україні у 2022–2024 рр., %

Окрім того, значне зменшення надходжень до бюджету відбулося внаслідок падіння економічної активності, руйнування підприємств, тимчасової окупації частини територій та зменшення обсягів зовнішньої торгівлі. Бюджетний дефіцит ускладнив можливість фінансувати навіть критично важливі статті витрат, включно з виплатами заробітних плат працівникам бюджетної сфери та соціальною допомогою вразливим групам населення.

У той же час різко зросли потреби у соціальній підтримці, особливо серед внутрішньо переміщених осіб (ВПО), ветеранів війни, осіб з інвалідністю, дітей та літніх людей. Це створило надзвичайне навантаження на існуючу систему соціального захисту, яка в багатьох регіонах виявилася неготовою до такого рівня запиту.

Ще одним вагомим чинником стало масштабне руйнування соціальної інфраструктури, а саме шкіл, лікарень, центрів зайнятості, будинків культури, спортивних закладів. Відновлення цієї інфраструктури потребує значних фінансових ресурсів та міжнародної допомоги. Наразі важливим завданням для уряду є залучення міжнародних інвестицій і грантів, а також ефективне планування відбудови на засадах інклюзивності, що передбачає врахування потреб усіх соціальних груп, зокрема найбільш вразливих.

У процесі забезпечення фінансового аспекту інклюзивного розвитку національної економіки України виникає низка проблем, пов'язаних з ефективністю використання наявних ресурсів (рис.3). Вони суттєво ускладнюють досягнення поставлених соціально-економічних цілей і знижують результативність інвестицій у людський капітал та соціальні програми.

Однією з ключових проблем є недостатньо гнучке та формалізоване бюджетне планування, яке часто не враховує реальні потреби найбільш вразливих соціальних груп. Часто фінансування розподіляється на основі інерційних показників минулих періодів без належного аналізу результативності програм. Це призводить до неефективного перерозподілу бюджетних коштів, що унеможливлює повноцінну підтримку інклюзивного розвитку.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License



Рис. 3. Проблеми ефективності використання фінансових ресурсів для фінансування інклюзивного розвитку в Україні

Особливої уваги потребує проблема корупції, яка унеможливлює прозоре використання публічних фінансів. Витрати на соціальні програми та інфраструктуру нерідко супроводжуються завищенням вартості закупівель, розкраданням коштів або їхнім спрямуванням не за цільовим призначенням. Неефективне адміністрування та брак контролю за виконанням програм створюють додаткові бар'єри для розвитку інклюзивних механізмів.

Багато програм соціальної допомоги є малоефективними через недостатній облік потреб населення, дублювання функцій або складність процедур доступу до допомоги. Наприклад, значна частка населення не користується пільгами, через бюрократичні труднощі або відсутність інформування. Крім того, брак моніторингу та оцінки ефективності соціальних ініціатив не дозволяє адаптувати програми до змін соціально-економічної ситуації.

Ще одним важливим викликом для фінансового забезпечення інклюзивного розвитку в Україні є обмеженість внутрішніх джерел фінансування (рис.4). Умови війни, економічної турбулентності та структурних дисбалансів ускладнюють акумуляцію коштів, необхідних для реалізації соціально важливих проєктів.

Основні внутрішні джерела фінансування інклюзивного розвитку в Україні	Низький рівень податкових надходжень
	Недостатній розвиток внутрішнього ринку капіталу
	Обмежена участь приватного сектору у фінансуванні соціальних програм

Рис.4. Основні внутрішні джерела фінансування інклюзивного розвитку в Україні

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Фіскальна система України стикається з проблемою низької податкової бази, що зумовлено як тінізацією економіки, так і зменшенням економічної активності через війну. Велика частка бізнесу працює напівлегально або повністю в тіні, а частка малого та середнього бізнесу, який здебільшого міг би підтримувати інклюзивний розвиток на місцевому рівні, страждає від зниженого попиту та обмеженого доступу до фінансів. Внаслідок цього державний і місцеві бюджети не отримують достатньо податкових надходжень, що унеможливлює стабільне фінансування соціальних програм.

Внутрішній ринок капіталу в Україні залишається поверхневим і недиверсифікованим. Обмежена кількість фінансових інструментів, низький рівень довіри до банківської системи та відсутність ефективних механізмів залучення довгострокових інвестицій гальмують розвиток соціально орієнтованих проєктів. Оскільки більшість соціальних ініціатив потребують довгострокового планування та значного фінансування, нестача внутрішнього капіталу стає критичним фактором стримування.

Попри потенціал державно-приватного партнерства, участь бізнесу у фінансуванні соціальних програм залишається обмеженою. Причинами є як відсутність фінансових стимулів, так і низька довіра до державної системи управління. Соціальна відповідальність бізнесу часто зводиться до окремих доброчинних ініціатив, що не мають системного характеру. У результаті не реалізується потенціал приватного сектору як активного учасника інклюзивного розвитку.

У контексті тривалої війни та обмежених внутрішніх ресурсів міжнародна фінансова допомога стала критичним джерелом підтримки соціальної сфери України. Донори такі як Світовий банк, Міжнародний валютний фонд, Європейський Союз, уряди країн-партнерів, а також численні міжнародні благодійні організації – надають як грантові, так і кредитні ресурси, що дозволяє уряду покривати частину витрат на освіту, охорону здоров'я, соціальний захист, допомогу внутрішньо переміщеним особам, ветеранам та іншим вразливим категоріям населення. На рис. 5 представлено значення міжнародних донорів у підтримці соціальної сфери.

Значення міжнародних донорів у підтримці соціальної сфери

- Пряма бюджетна підтримка. Суттєва частина зовнішнього фінансування спрямовується безпосередньо до бюджету України для фінансування соціальних програм (наприклад, субсидій, пенсій, виплат ВПО).
- Проєктна допомога. Реалізуються численні проєкти в сферах охорони здоров'я, освіти, реінтеграції ветеранів, підтримки громад, які приймають ВПО.
- Технічна підтримка. Надання консультацій, навчання, розробка цифрових сервісів у соціальній сфері.

Рис. 5. Значення міжнародних донорів у фінансовій підтримці соціальної сфери, що сприяють інклюзивному розвитку в Україні

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Так, у 2023–2024 рр. міжнародні партнери профінансували значну частину соціальних видатків України, що дозволило уникнути колапсу державних зобов'язань в умовах війни та глибокої бюджетної кризи.

Незважаючи на критичну важливість зовнішнього фінансування, залежність від міжнародної допомоги супроводжується низкою ризиків і обмежень, серед них варто відзначити наступні:

1. Нестабільність надходжень. Надходження від донорів часто мають короткостроковий характер і залежать від політичних рішень, ситуації в країнах-донорах, геополітичних змін. Це створює високу невизначеність у фінансуванні соціальних програм, що унеможливлює довгострокове планування.

2. Умовність фінансування. Донорські кошти зазвичай надаються з умовами щодо впровадження реформ, прозорості, підзвітності. Часто це вимагає значних зусиль від українських органів влади, змін у законодавстві, адмініструванні чи інституційній структурі, що не завжди можливо реалізувати оперативно.

3. Зовнішня вразливість. Залежність від зовнішніх ресурсів знижує суверенність у формуванні соціальної політики, а також підвищує ризики фінансового тиску, якщо інтереси донорів не повністю збігаються з внутрішніми потребами.

Хоча міжнародна фінансова допомога є невід'ємним фактором підтримки соціальної сфери України у воєнний період, необхідно:

- поступово зміцнювати внутрішню фіскальну базу.
- створювати умови для ефективного та прозорого використання донорських коштів.
- розробляти стратегії поступової фінансової самостійності у фінансуванні інклюзивного розвитку.

Інклюзивний розвиток в умовах післявоєнного відновлення України та поступової інтеграції до Європейського Союзу відкриває нові можливості фінансування через використання як зовнішніх, так і внутрішніх ресурсів. Важливо не лише залучити додаткові кошти, а й забезпечити їх ефективне, прозоре та результативне використання в інтересах всіх верств населення. На рис. 6 сформовано перспективи фінансування інклюзивного розвитку в контексті євроінтеграції та відновлення України.

Отже, перспективи фінансування інклюзивного розвитку України в умовах євроінтеграції та післявоєнного відновлення є багатогранними й потребують комплексного підходу. Реалізація потенціалу міжнародної фінансової підтримки, залучення приватних інвестицій, підвищення ефективності бюджетного управління та розвиток інноваційних фінансових інструментів створюють основу для формування стійкої інклюзивної економіки. Водночас важливим залишається забезпечення прозорості, підзвітності та орієнтації на потреби вразливих верств населення, зокрема на місцевому рівні.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ПЕРСПЕКТИВИ ФІНАНСУВАННЯ ІНКЛЮЗИВНОГО РОЗВИТКУ В КОНТЕКСТІ ЄВРОІНТЕГРАЦІЇ ТА ВІДНОВЛЕННЯ УКРАЇНИ	
Доступ до структурних фондів ЄС та інших фінансових інструментів	*Покращення ефективності використання бюджетних коштів*
З наближенням до повноправного членства в ЄС Україна отримує перспективу доступу до: Європейського соціального фонду+ (ESF+) – для підтримки зайнятості, професійної освіти, соціального включення. Європейського фонду регіонального розвитку (ERDF) – для фінансування інфраструктурних та інноваційних проєктів у громадах, зокрема пов'язаних з охороною здоров'я та освітою. Інструменту передвступної допомоги (IPA) – для гармонізації законодавства, розвитку інституцій та зменшення соціально-економічного розриву. Ukraine Facility – нової ініціативи ЄС, яка передбачає фінансову підтримку реформ, відновлення та модернізації країни, з акцентом на інклюзивне зростання. Паралельно триває співпраця з іншими міжнародними фінансовими інституціями, такими як ЄІБ, ЄБРР, Світовий банк, які фінансують як системні реформи, так і конкретні проєкти в соціальній сфері.	Оскільки ресурси залишаються обмеженими, пріоритетним напрямом є оптимізація використання наявних фінансів, зокрема через: бюджетування, орієнтоване на результат – впровадження систем оцінки ефективності видатків на соціальні програми. інклюзивне бюджетування – активне залучення громадськості до процесу формування, розподілу та моніторингу бюджетних ресурсів. посилення фінансового контролю, прозорості та підзвітності – цифровізація публічних фінансів, відкриті реєстри, аудит проєктів.
Залучення приватних інвестицій та розвиток державно-приватного партнерства (ДПП)	*Реформування податкової системи для інклюзивного розвитку*
Ефективне фінансування інклюзивного розвитку потребує мобілізації приватного капіталу, зокрема через: Підтримку корпоративної соціальної відповідальності – стимулювання бізнесу інвестувати в інклюзивні ініціативи, навчання, інфраструктуру. Розвиток соціального підприємництва – надання підтримки підприємствам, що створюють робочі місця для вразливих груп, реінвестують прибуток у соціальні цілі. Моделі ДПП у сферах охорони здоров'я, освіти, соціального захисту – спільне фінансування соціальних об'єктів, розвиток послуг на основі принципів ефективності та прозорості.	Податкова політика має бути спрямована на справедливий розподіл ресурсів та стимулювання зайнятості, зокрема: Податкові пільги для підприємств, які створюють інклюзивні робочі місця або реалізують соціальні ініціативи. Прогресивне оподаткування доходів як інструмент зменшення нерівності та формування соціально орієнтованого бюджету. Боротьба з тіньовою економікою – розширення податкової бази без підвищення ставок.
Розвиток інноваційних фінансових інструментів	*Роль децентралізації у фінансуванні інклюзивного розвитку*
Успішна реалізація інклюзивних ініціатив потребує гнучких та новаторських підходів до фінансування, таких як: Соціальні облігації (social impact bonds) – залучення приватного капіталу під гарантії результату соціального впливу. Мікрокредитування – підтримка самозайнятості серед уразливих категорій населення. Краудфандинг – використання платформ для збору коштів на соціально значущі проєкти на місцевому рівні.	Децентралізація відкриває нові можливості для розвитку громад, зокрема: Збільшення бюджетної автономії громад, що дозволяє їм самостійно визначати пріоритети інклюзивного розвитку. Активізація місцевих ініціатив і партнерств – залучення місцевого бізнесу, НУО та громадян до реалізації соціальних проєктів. Формування місцевих програм інклюзивного розвитку на основі потреб громади та принципів участі.

Рис. 6. Перспективи фінансування інклюзивного розвитку в контексті євроінтеграції та відновлення України

[сформовано автором]

Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Висновки та пропозиції. У статті обґрунтовано, що фінансовий аспект є ключовим чинником забезпечення інклюзивного розвитку національної економіки України, особливо в умовах глибоких трансформацій, спричинених війною, економічною нестабільністю та потребами євроінтеграції. Аналіз показав, що ефективне фінансування соціальної сфери є передумовою для зменшення нерівності, підвищення якості життя населення та досягнення справедливого економічного зростання. Водночас наявні проблеми такі як неефективне використання бюджетних ресурсів, залежність від зовнішніх джерел, обмеженість внутрішніх фінансових можливостей котрі гальмують прогрес у цьому напрямі.

В умовах воєнного часу особливої ваги набуває необхідність балансування між потребами оборони та соціальної сфери, а також підвищення прозорості й адресності державних витрат. Перерозподіл фінансів без втрати соціальної орієнтації бюджету є викликом, що потребує стратегічного підходу.

Пропозиції щодо посилення фінансового забезпечення інклюзивного розвитку:

1. Підвищення ефективності бюджетного планування шляхом впровадження програмно-цільового методу з орієнтацією на результат та соціальний ефект.

2. Зміцнення внутрішніх джерел фінансування за рахунок розширення податкової бази, детінізації економіки, розвитку фінансових ринків і залучення місцевих ресурсів.

3. Оптимізація використання міжнародної допомоги, орієнтуючись не лише на покриття дефіциту, а й на підтримку структурних реформ та інклюзивних проєктів.

4. Розвиток державно-приватного партнерства для фінансування соціально значущих ініціатив, зокрема в освіті, охороні здоров'я, інфраструктурі.

5. Запровадження інноваційних фінансових інструментів соціальних облігацій, мікрофінансування, краудфандингу для підтримки вразливих груп і соціального підприємництва.

6. Посилення фінансової спроможності місцевих громад через реформу міжбюджетних відносин, фіскальну децентралізацію та інституційний розвиток.

Загалом інклюзивний розвиток потребує переосмислення фінансової політики як інструменту не лише макроекономічної стабільності, а й соціальної справедливості. Реалізація запропонованих заходів сприятиме формуванню фінансово стійкої, справедливої та конкурентоспроможної економіки України.

Список використаних джерел:

[1] Stiglitz, J. E. (2012). *The Price of Inequality: How Today's Divided Society Endangers Our Future*. New York: W. W. Norton & Company, 448 p. file:///C:/Users/skril/Downloads/Price%20of%20Inequality%20for%20Sustainable%20Humanity.pdf.

[2] Sen, A. (1999). *Development as Freedom*. Oxford: Oxford University Press, 384 p. http://www.c3l.uni-oldenburg.de/cde/OMDE625/Sen/Sen-intro.pdf.

[3] Collier, P. (2007). *The Bottom Billion: Why the Poorest Countries Are Failing and What Can Be Done About It*. Oxford: Oxford University Press, 224 p.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[4] Бандурка О.М., Ковальчук Т.Т. (2019). Інклюзивний розвиток у системі державного управління: теоретико-методологічний аспект. *Науковий вісник Дніпропетровського державного університету внутрішніх справ,* №3. С. 25–33.
[5] Чернюк Л.Г. (2020). Соціальні аспекти інклюзивного економічного зростання в Україні. *Економіка і держава*, №12. С. 56–60.
[6] Юрій С.І., Юрій Н.В. (2021). Бюджетна політика в умовах забезпечення інклюзивного розвитку: українські реалії та виклики. *Фінанси України*, №1. С. 33–45.
[7] Мінфін. https://minfin.com.ua/

THE FINANCIAL ASPECT OF INCLUSIVE DEVELOPMENT OF THE NATIONAL ECONOMY: CHALLENGES AND PROSPECTS

Vladyslav Rembolovych
Candidate of the degree of Doctor of Philosophy
National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic», Ukraine

Summary. *The article examines the financial aspect of inclusive development of Ukraine's national economy amidst profound transformations caused by military actions, economic instability, and the European integration process. It outlines the key concepts of inclusive growth and its relationship with income distribution, access to social services, and ensuring economic efficiency. The role of finance in implementing an inclusive approach is revealed, particularly through investment in human capital, funding of social programs, creation of financial incentives, and the use of various financing sources from the state budget to international aid and public-private partnerships.*

Attention is paid to analyzing the current state of social sector financing in Ukraine, the dynamics of budget expenditures, the challenges of effective use of financial resources, dependence on external donors, and the limited nature of internal sources. Special focus is given to the challenges arising from the full-scale war, including the reallocation of the budget toward defense, growing needs for social support, and infrastructure destruction. It is demonstrated how wartime threats shift government funding priorities, complicating the achievement of sustainable and inclusive development goals.

The final section of the article outlines the prospects for financing inclusive development in the context of Ukraine's European integration. The potential of funding mechanisms such as EU instruments (ESF+, ERDF, IPA), international financial institutions, social innovations (social impact bonds, microfinancing, crowdfunding), and the strengthening of local financial capacity is discussed. The article proposes directions for improving the effectiveness of budget planning, transparency, and inclusiveness of financial policy. Emphasis is placed on the importance of tax reform, the development of local initiatives, and the implementation of a results-oriented approach to finance as a tool for achieving fair and comprehensive growth.

The article also emphasizes the need for strategic coordination between national and local authorities to ensure that financial resources are effectively aligned with inclusive development priorities. Furthermore, it highlights the importance of institutional reforms and capacity building in the public finance management system to enhance resilience and adaptability in the face of ongoing challenges. These measures are deemed essential for fostering long-term socioeconomic stability and building a more equitable and inclusive society in Ukraine.

Keywords: *inclusive development, financing, social policy, budget, international aid, decentralization, tax reform, public-private partnership.*

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.022

ЦИФРОВА ІДЕНТИФІКАЦІЯ СУЧАСНОГО НАУКОВЦЯ В КРАЇНАХ ЄВРОПИ ТА В УКРАЇНІ

Коломієць Наталія Дмитрівна
канд. с.-г. наук, с.н.с.
Національна наукова сільськогосподарська бібліотека НААН, м. Київ, Україна

Анотація. *У статті досліджено стратегічну роль цифрових інструментів наукової ідентифікації — ORCID ID, Scopus Author ID, Web of Science ResearcherID, Google Scholar Author ID, ResearchGate ID — як ключових елементів цифрової інфраструктури науки у контексті цифрової економіки, відкритої науки та інтеграції України до Європейського дослідницького простору (ERA)). Акцентовано увагу на бібліометричних профілях як інструментах збору, обробки та аналізу даних про наукову продуктивність, які формують основу для автоматизованої звітності, цифрового моніторингу результативності досліджень і прийняття управлінських рішень у сфері науки.*

Проаналізовано приклади інтеграції профілів у системи управління науковою діяльністю (CRIS) у країнах ЄС. Проведено порівняльне дослідження рівня цифрової активності в країнах Східної Європи (Польща, Угорщина, Чехія, Румунія, Сербія, Болгарія, Литва, Латвія, Естонія, Україна), визначено що ідентифікатор ORCID стає стандартом міжнародного рівня.

Встановлено, що в Україні цифрова ідентифікація науковців перебуває на стадії становлення: спостерігається фрагментарність інтеграції профілів у CRIS-системи, недостатня уніфікація бібліометричних профілів, відсутність єдиного державного чи інституційного стандарту щодо обов'язкових платформ для створення профілів, низький рівень цифрової та наукометричної грамотності частини дослідників, формальний підхід до створення профілів. Вирішення цих проблем потребує узгодженої політики, інституційної координації та розвитку цифрових компетентностей.

У цьому контексті запропоновано модель інтеграції української науки до Європейського дослідницького простору (ERA) через призму використання цифрових ідентифікаторів, яка охоплює чотири рівні реалізації: індивідуальний, інституційний, національний та міжнародний. Окрему увагу приділено ролі Національного фонду досліджень України, Національного консорціуму ORCID, інституційних репозиторіїв та наукових бібліотек (Державної науково-технічної бібліотеки України (ДНТБ), Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського (НБУВ), Національної наукової сільськогосподарської бібліотеки Національної академії аграрних наук України (ННСГБ НААН)) у формуванні цифрової дослідницької екосистеми. Проведено аналіз топ-20 вчених НААН за їх бібліометричними профілями у різних системах. Відмічено високу кореляцію між WoS і ResearchGate та WoS і Scopus, помірну між Scopus та ResearchGate і слабку між Google Scholar та іншими системами. Підтверджено, що наявність актуальних профілів у різних в міжнародних ідентифікаційних системах підвищує цитованість, міжнародну видимість та індекс Хірша дослідників. Водночас 20% відсутніх та 25% частково заповнених ORCID-профілів свідчать про потребу активізації політики цифрової ідентифікації у мережі НААН.

Результати дослідження підтверджують необхідність нормативного, організаційного та технічного забезпечення цифрової ідентифікації українських науковців відповідно до

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

принципів відкритої науки та в контексті приєднання до Європейського дослідницького простору, що є важливою передумовою для підвищення конкурентоспроможності національної науки у глобальному академічному середовищі.
Ключові слова: *ORCID ID, Scopus Author ID; Web of Science ResearcherID; Google Scholar Author ID; ResearchGate ID; наукометрія, цифрова ідентифікація, бібліометричні профілі.*

Постановка проблеми

У сучасних умовах цифрової трансформації науки та економіки ключового значення набуває забезпечення належної цифрової ідентифікації науковців, що є основою для інтеграції у глобальний науковий простір, участі в міжнародних грантових програмах, а також прозорого моніторингу наукової продуктивності. Успішне функціонування національних систем науки дедалі більше залежить від прозорості, достовірності та доступності інформації про наукову діяльність, що забезпечується завдяки використанню персоналізованих бібліометричних профілів дослідників, таких як ORCID ID, Scopus Author ID, Web of Science ResearcherID, Google Scholar Author ID, ResearchGate ID та ін.

У країнах Європейського Союзу профілі дослідників стали невід'ємним елементом національної наукової інфраструктури, вони інтегровані у CRIS-системи, національні бази даних, процедури акредитації, грантового фінансування та оцінювання. Вони забезпечують єдність цифрового наукового простору, сприяють зростанню академічної мобільності та репрезентативності наукових результатів. Політика Європейського дослідницького простору (European Research Area (ERA)) спрямована на «зміцнення дослідницької екосистеми Європи, з акцентом на відкритій науці та зокрема на Європейській хмарі відкритої науки (European Open Science Cloud (EOSC)), обміні знаннями та розвитку цифрової дослідницької інфраструктури, яка підтримує співпрацю та інновації через кордони» [14].

З огляду на активну інтеграцію України до Європейського дослідницького простору, постає потреба у формуванні національної стратегії цифрової наукової ідентифікації, гармонізованої з європейськими стандартами. У цьому контексті важливим є вивчення досвіду країн ЄС, зокрема Східної Європи, щодо практик використання профілів дослідників та інтеграції у національні системи науки, розроблення національної стратегії щодо цифрової наукової ідентифікації, а також аналіз викликів і можливостей впровадження відповідної моделі в Україні.

Аналіз досліджень та публікацій з даної тематики

Останні роки відзначаються зростанням інтересу до цифрової наукової ідентифікації в межах глобальних процесів відкритої науки та цифрової трансформації академічного середовища. У публікаціях та аналітичних звітах країн ЄС і міжнародних організацій (EOSC, EuroCRIS, DORA) бібліометричні профілі визначаються як ключові інструменти прозорості, автоматизації звітності, верифікації авторства та підтримки відкритої наукової інфраструктури [3,6,12]. Особливу увагу приділено ORCID як стандарту міжнародного рівня, що інтегрується в CRIS-системи та національні інформаційні платформи, зокрема SweCRIS (Швеція), CRISTIN (Норвегія), HAL (Франція) [15].

Досвід Академії Фінляндії демонструє використання бібліометричних показників на основі Web of Science (WoS) для оцінки ефективності досліджень

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[9], тоді як декларація DORA обґрунтовує необхідність зміщення акценту від кількісних до якісних показників оцінювання [12]. Дослідження в Іспанії підтверджують обмежене охоплення ORCID, особливо в гуманітарних науках [1], а Wang et al. [13] відзначають проблеми з якістю даних через відсутність перевірки та регулярного оновлення профілів. Boudry і Bouchard [2], аналізуючи досвід Франції, відмічають нерівномірну обізнаність науковців про авторські ідентифікатори (AID), а також потребу в навчальній та технічній підтримці. Prodanova і Dimitrov [10] на основі аналізу видимості та наукового впливу болгарських географів за даними Scopus, Web of Science, Publons, ORCID, Google Scholar (GS), ResearchGate (RG), LinkedIn та X (Twitter), розробили рекомендації щодо підвищення міжнародної впізнаваності болгарської науки. Приклад Німеччини [8] свідчить, що створення національного консорціуму ORCID-DE та інтеграція з інформаційною інфраструктурою значно підвищили видимість публікацій та повноту профілів. Окремі дослідження розглядають використання ORCID-даних для звітності установ [11], картування академічної мобільності [7], а також роль бібліотекарів як агентів підтримки впровадження дослідницьких профілів [4]. Такий міжнародний досвід є цінним орієнтиром для України, де цифрова ідентифікація перебуває на стадії становлення та потребує нормативної, організаційної та технічної підтримки.

В українських дослідженнях цифрова наукова ідентифікація розглядається як ключовий елемент розвитку відкритої науки та інтеграції до міжнародного академічного простору. Жарінова, Цибенко та Жеребчук [16] аналізують роль Національного консорціуму ORCID-Україна у забезпеченні прозорості, автоматизації та підвищенні міжнародної видимості науки, підкреслюючи необхідність гармонізації українських інформаційних систем з міжнародними стандартами через інтеграцію з URIS. Новицька [21] наголошує на значенні ORCID і ResearcherID для розвитку цифрової компетентності дослідників; Іванов, Івохін та Махно [5] демонструють можливості автоматизації наукометричних процесів за допомогою API ORCID. Яцишин [25] відзначає, що особисті профілі у наукометричних системах формують імідж вченого та сприяють професійному зростанню. Костенко та ін. [19] досліджували міграційні процеси українських учених на основі даних профілів ORCID, WoS, Scopus і Google Scholar з національної системи «Бібліометрика української науки».

Сукупно ці дослідження підтверджують важливість цифрових ідентифікаторів у побудові відкритої наукової екосистеми, водночас вказуючи на потребу стандартизації, підвищення цифрової грамотності та формування єдиної державної політики у сфері наукометрії. Однак бракує порівняльного аналізу інтеграції профілів у національні системи науки, особливо для країн, що приєднуються до Європейського дослідницького простору, таких як Україна. Це визначає актуальність дослідження та потребу в уніфікованій моделі цифрової наукової ідентифікації.

Метою статті є дослідження стратегічної ролі бібліометричних профілів у цифровій трансформації наукової сфери, аналіз європейських практик інтеграції цифрових ідентифікаторів у відкриту науку та інституційні системи оцінювання наукової діяльності, виявлення чинників, що стримують ефективне впровадження профілів в Україні, та розроблення моделі інтеграції української

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

науки до Європейського дослідницького простору через призму уніфікованого використання цифрових ідентифікаторів.

Виклад основного матеріалу

У межах дослідження застосовано комплекс методів, що дозволив здійснити багатовимірний аналіз сучасного стану використання бібліометричних профілів науковців у різних країнах. Порівняльно-аналітичний метод використано для зіставлення політик та практик ЄС та України; контент-аналіз офіційних документів і цифрових профілів дав змогу оцінити рівень функціональності та інтеграції бібліометричних систем; метод кейс-стаді - для аналізу конкретних прикладів впровадження ORCID та CRIS у закладах вищої освіти та наукових установах; а також статистичний аналіз для визначення впливу профілів топ-20 вчених НААН у різних системах на зростання наукометричних показників (індекс Хірша, кількість цитувань).

Цифрова інфраструктура науки — це сукупність інформаційних та технологічних ресурсів, систем і сервісів, які забезпечують збір, зберігання, обробку, обмін і доступ до наукових даних та результатів досліджень у цифровому форматі. Одним із елементів цієї структури є ідентифікаційні системи та профілі дослідників, які використовують у процесах ідентифікації, обліку, моніторингу та популяризації результатів наукової діяльності. Так, в країнах ЄС, зокрема у Нідерландах, Литві, Естонії, цифровий ідентифікатор ORCID інтегровано до національних CRIS-систем, що забезпечує автоматизацію звітності, верифікацію авторства та міжінституційну сумісність даних. Системи SweCRIS (Швеція), HAL (Франція), CRISTIN (Норвегія) відіграють ключову роль у національній науковій політиці і просувають використання ORCID.

У дослідженні виявлено суттєві відмінності у рівні використання цифрових ідентифікаторів науковців у країнах Східної Європи (табл. 1):

Таблиця 1

Використання ідентифікаторів дослідників у національних системах країн Східної Європи

Країна	Офіційні вимоги / Тенденції
Польща	Scopus і WoS є базовими для атестації, ORCID є обов'язковим у конкурсах державних грантів NCN та для заявок на експертні посади, інтегрований у системи PBN і POL-on, тоді як профілі у WoS, GS і Scopus подаються додатково. RG активно використовується дослідниками (2599 док.).
Угорщина	Профілі WoS, Scopus, PubMed та ORCID інтегруються у систему MTMT (Magyar Tudományos Művek Tára). GS і RG користуються невеликою популярністю серед дослідників (1074 док.).
Чехія	ORCID інтегровано у CERIF-сумісні CRIS-системи (Národní centrum ORCID). GS використовується неформально. RG користується популярністю серед дослідників (5493 док.).
Румунія	Міністерство освіти визнає Scopus для оцінки. Деякі університети публікують профілі через ORCID. Створено Консорціум Румунської національної ініціативи з відкритої науки в хмарі (RO-NOSCI). RG користується невеликою популярністю серед дослідників (1114 док.).
Сербія	Використовується GS і Scopus. Планується перехід на ORCID для міжнародної звітності в рамках Open Science Platform 2.0. RG к дуже популярна серед дослідників (7010 док.).

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Продовження таблиці 1

Країна	Офіційні вимоги / Тенденції
Болгарія	Визнання Scopus/ WoS /ORCID у євроінтеграційних програмах; слабка інтеграція в CRIS. InCites від WoS використовується для оцінки науково-дослідницької діяльності. Болгарський портал відкритої науки (BPOS) інтегрує дані з WoS та Scopus. RG користується дуже великою популярністю серед дослідників (7062 док.).
Литва	ORCID, ResearcherID є обов'язковим для публікацій і звітності у LMT (Lietuvos Mokslo Taryba). RG користується популярністю серед дослідників (4017 док.).
Латвія	Рекомендовано ORCID для проектів Horizon Europe; активно впроваджується в університетах. Участь у EOSC Nordic. Ідентифікатори ORCID інтегровано до Національної інформаційної системи наукової діяльності (NZDIS). RG популярна серед дослідників (2804 док.).
Естонія	Повна інтеграція ORCID у національну наукову систему ETAIS. RG користується популярністю серед дослідників (3228 док.).
Україна	Scopus / WoS — визнані у конкурсах МОН, НАН, при атестації. ORCID рекомендований МОН та інтегрується у систему «URIS». GS та RG найактивніше використовуються серед дослідників (2432 док.). НФДУ запровадив обов'язковість профілів ORCID ID, Scopus Author ID, Publons WoS, GS для учасників конкурсів та експертів.

**-скорочення: WoS – Web of Science, GS – Google Scholar, RG – ResearchGate, ORCID - Open Researcher and Contributor ID.*
***-створено автором.*

Згідно таблиці 1, у країнах Східної Європи спостерігається загальна тенденція до офіційної інтеграції Scopus, WoS та ORCID у національних системах наукової оцінки та звітності, причому ORCID поступово стає міжнародним стандартом. Країни ЄС (Польща, Литва, Естонія, Чехія, Угорщина) демонструють системний підхід – офіційне визнання Scopus/WoS, інтеграцію ORCID у національні системи та відносно високий рівень присутності у ResearchGate. Болгарія та Румунія працюють у напрямі розвитку власних хмарних ініціатив. Україна та Сербія поки що мають нижчу інституційну інтеграцію та слабшу активність у глобальних наукових мережах, що знижує їхню міжнародну видимість. Нині Україна перебуває на етапі формування цифрової наукової ідентичності, розпочата робота з впровадження ORCID у національну систему URIS. Встановлено, що для України характерним є фрагментований підхід: хоча GS і RG широко використовуються серед дослідників для популяризації та відстеження цитувань, але рівень офіційної інтеграції цифрових профілів у національні системи оцінювання науки залишається низьким.

У європейському науковому просторі бібліометричні профілі (наприклад, ORCID ID, Scopus Author ID, Web of Science ResearcherID, GS, RG, а також наукові профілі в інституційних CRIS-системах) відіграють центральну роль у дослідницькому житті науковця. Вони не лише презентують індивідуальні досягнення, а й стають основою для оціночних процедур, грантової підтримки, академічної мобільності та міжнародної наукової комунікації.

Серед важливих національних ініціатив у сфері цифрової наукової ідентифікації слід виокремити інформаційно-аналітичну систему «Бібліометрика

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

української науки», створену НБУВ. Вона забезпечує відкритий доступ до профілів українських учених у GS, надає метрики (h-індекс, i10-індекс, кількість цитувань), формує аналітичні звіти та виконує функції національного реєстру публікаційної активності дослідників. Станом на сьогодні у системі зібрано 57383 профілі науковців та 486 афіліацій.

Внесок у розвиток наукометричної культури аграрної науки здійснює Національна наукова сільськогосподарська бібліотека Національної академії аграрних наук України (ННСГБ НААН), яка є науково-координаційним та методичним центром для 172 бібліотек мережі. Вона забезпечує фаховий супровід створення та актуалізації профілів науковців, розробляє рекомендації, проводить моніторинг аграрної науки за даними «Бібліометрики української науки», WoS та Scopus, подає аналітичні довідки до НААН і проводить консультації й навчальні заходи для підвищення цифрової грамотності. Завдяки інтеграції з міжнародними системами, «Бібліометрика української науки» нині охоплює дані з GS, WoS, Scopus, ORCID та порталу «Науковці України», посилюючи видимість української науки у глобальному академічному просторі. Аграрна наука налічує 1199 профілів вчених у GS; 898 - у WoS; 731 - у Scopus.

В якості експерименту був проведений аналіз бібліометричних профілів топ-20 вчених НААН у різних системах цифрової ідентифікації (GS, WoS, Scopus, RG, ORCID) (рис. 1):

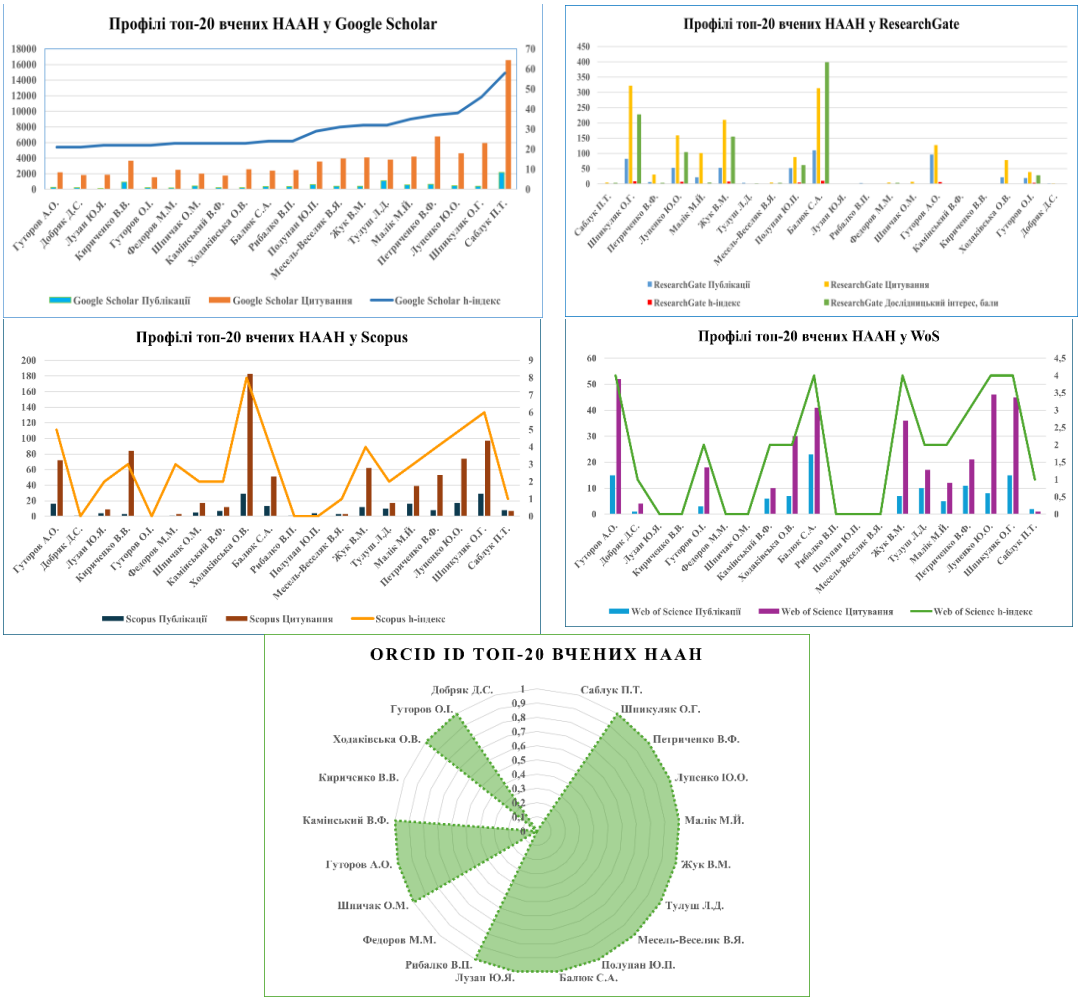


Рис. 1. Профілі топ-20 вчених НААН у різних ідентифікаційних системах.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Аналіз бібліометричних портретів топ-20 науковців НААН за галузевим розподілом свідчить про більшу цифрову активність економістів (60%) порівняно з аграріями (40%). Найповніше охоплення публікацій і цитувань забезпечує GS, який має профілі всіх дослідників і демонструє найвищий середній h-індекс (29,3) та загальну кількість цитувань (78428). Інші системи менш представлені: ORCID – 80%, Scopus – 85%, WoS – 65%, RG – 35% (рис. 1).. Водночас 45% не мають індивідуального профілю на RG, що вказує на невикористаний потенціал цього каналу академічної комунікації. Однак відсутність власних акаунтів частково компенсується присутністю дослідників як співавторів у профілях колег, що забезпечує доступність їхніх публікацій для міжнародної наукової спільноти та сприяє зростанню кількості прочитань, цитувань і відповідно індексу Хірша. ORCID мають 80% респондентів, з яких 25% — частково заповнені, що вказує на потребу уніфікації та інтеграції з CRIS-системами.

Кореляційний аналіз показав високий зв'язок між цитуванням та h-індексом у WoS (r=0,95) та GS (r=0,90), а також помітну кореляцію між кількістю публікацій і h-індексом у WoS (0,86) і Scopus (0,87).

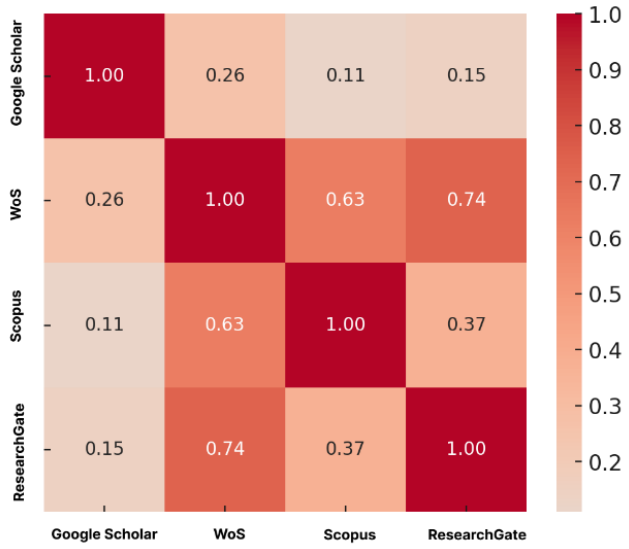


Рис. 2. Матриця кореляцій профілів топ-20 вчених НААН у різних системах

Міжсистемні залежності (рис. 2) свідчать про високу узгодженість WoS і RG (r=0,74) та WoS і Scopus (r=0,63), Це свідчить про взаємодоповнюваність офіційних міжнародних баз і використання RG як інструменту поширення публікацій, індексованих у WoS. Кореляція між Scopus і RG є помірною (r=0,37). GS демонструє слабкі зв'язки з іншими системами (r≤0,26), що підтверджує його унікальну роль у формуванні видимості українських дослідників.

Найбільший вплив на зростання h-індексу та цитованість мають Scopus і WoS (рис. 3), вони виконують функцію офіційних наукометричних індикаторів, забезпечуючи міжнародне визнання. Google Scholar забезпечує найширше охоплення, має помірний рівень впливу на всі метрики і формує власну екосистему цитування. ResearchGate більшою мірою впливає на кількість публікацій, ніж на цитування чи h-індекс, тобто сприяє популяризації досліджень і розширенню контактів, а ORCID виступає важливим інструментом інтеграції

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

науковців у глобальні системи. Для підвищення міжнародної видимості вченим НААН доцільно комплексно використовувати WoS, Scopus та ORCID разом із GS і RG, що дозволяє поєднати формальне визнання і неформальне поширення результатів.

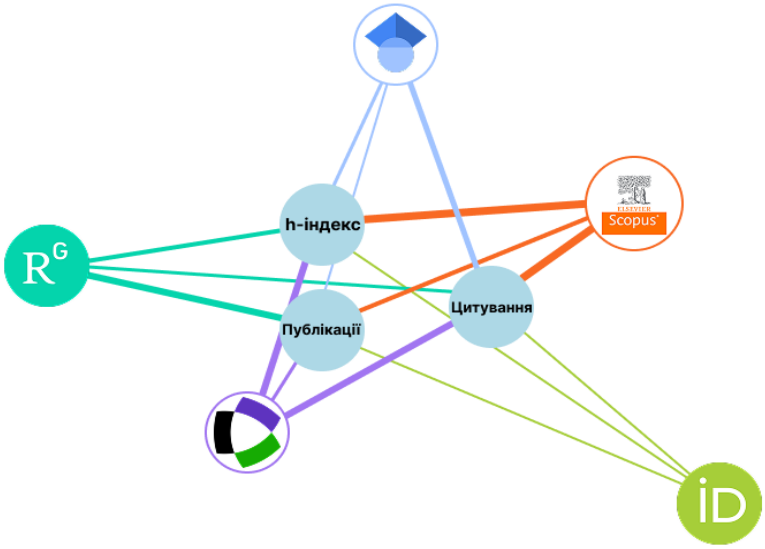


Рис. 3. Зв'язки між наукометричними системами Google Scholar, Scopus, Web of Science, ResearchGate, ORCID та ключовими метриками

Отримані результати підтверджують позитивну кореляцію між повнотою та взаємопов'язаністю профілів і рівнем цитованості, водночас вказуючи на необхідність активації цифрової наукової ідентифікації в НААН для посилення міжнародної видимості та інтеграції у Європейський дослідницький простір.

Важливим етапом цифрової трансформації науки в Україні стало створення восени 2022 року Національного консорціуму ORCID, реалізацію якого координує Державна науково-технічна бібліотека (ДНТБ) за підтримки Міністерства освіти і науки України (МОН) [16]. За цей час кількість учасників консорціуму зросла від 17 до 56 наукових установ і закладів вищої освіти, серед яких мережу НААН представляють ННСГБ НААН та ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського». Консорціум забезпечує інтеграцію ідентифікаторів ORCID у національну наукову інфраструктуру, зокрема в репозиторії, бази даних та електронну дослідницьку інформаційну CRIS-систему «URIS» (система NAUKA), що містить 26 001 профіль науковців, 444 профілі наукових установ, 744 профілі ЗВО та 36 урядових організацій, у тому числі 72 профілі установ і дослідних станцій НААН. Ця ініціатива сприяє автоматизації звітності, підвищенню якості метаданих, формуванню відкритої наукової екосистеми та посиленню міжнародної видимості українських досліджень.

З метою створення цілісної, сумісної з європейськими стандартами системи цифрової наукової ідентифікації, яка б забезпечувала відкритість, прозорість та ефективність управління науковою діяльністю, у рамках дослідження запропоновано концептуальну модель інтеграції української науки до Європейського дослідницького простору через уніфіковане використання бібліометричних профілів. Модель передбачає чотири рівні реалізації:

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

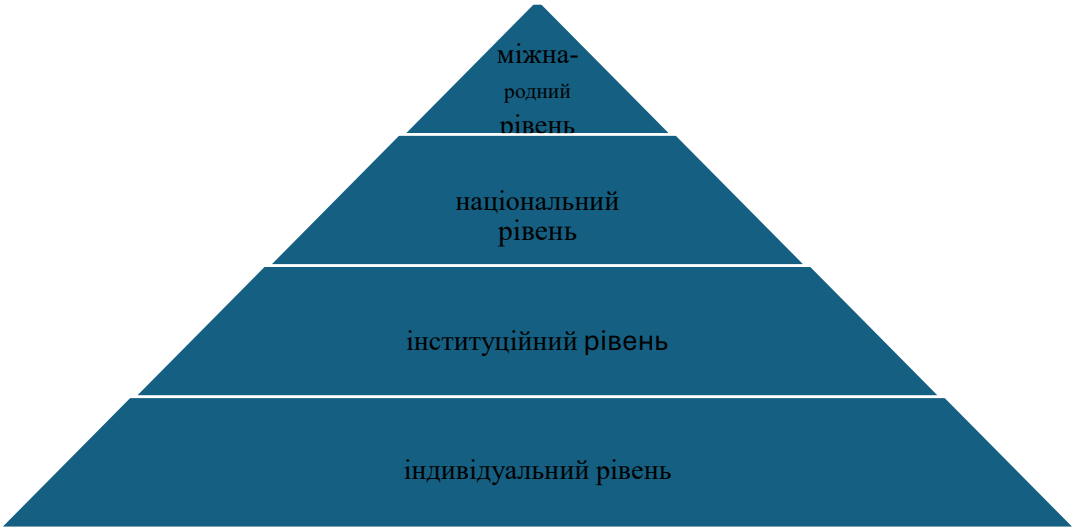


Рис. 4. Модель інтеграції української науки до Європейського дослідницького простору через призму використання бібліометричних профілів

*- *авторська розробка.*

Основні компоненти моделі:

1. Індивідуальний рівень — Профіль науковця як цифрова візитівка

– ORCID ID — єдиний обов'язковий ідентифікатор для наукової ідентифікації;

– Google Scholar Author ID, Scopus Author ID, WoS ResearcherID, ResearchGate, Academia.edu — профілі для відстеження публікацій, цитувань та індексу Хірша;

2. Інституційний рівень — Інтеграція у внутрішні системи

– Впровадження CRIS-систем з підтримкою імпорту даних з ORCID, Scopus, WoS;

– Підключення до відкритих репозиторіїв (DSpace, Zenodo);

– Автоматизація звітності для МОН, НАЗЯВО, НФДУ на основі даних з профілів.

3. Національний рівень — Політики та нормативна база

– Підтримка Національного плану дій щодо відкритої науки (Plan S) [22] ;

– Визнання ORCID як обов'язкового ідентифікатора для звітності та подання грантових заявок;

– Інтеграція профілів у Національну електронну науково-інформаційну систему «URIS».

4. Міжнародний рівень — Інтеграція до ERA та EOSC

– Використання профілів у поданнях до Horizon Europe, COST, MSCA, OpenAIRE;

– Відповідність принципам FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable);

– Підключення до реєстрів EOSC, EuroCRIS, Crossref.

На індивідуальному рівні моделі цифрова ідентифікація передбачає самостійне або адміністративне наповнення профілів науковця.

На інституційному рівні українські університети активно впроваджують інституційні репозиторії, синхронізовані з ORCID та іншими ідентифікаторами,

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

що сприяє прозорості авторства та інтеграції до міжнародних агрегаторів відкритих даних (ROAR, OpenDOAR). Станом на сьогодні в Україні функціонує 92 репозиторії, серед яких приклади повної інтеграції — eKNUTSHIR КНУ імені Т. Шевченка та Електронна бібліотека НАПН України. Відбувається поступове впровадження ORCID ID у локальні інституційні політики університетів (ХНУ ім. Каразіна, НАУ, СумДУ, КНЕУ, НаУКМА, Таврійський ДАУ, НУ «Одеська юридична академія»).

До ініціатив бібліотек щодо цифрової ідентифікації українських вчених належить низка інформаційних продуктів, розроблених НБУВ: «Бібліометрика української науки», портали «Наука України: доступ до знань» та LibNAS UA, які містять інформацію про профілі вітчизняних дослідників у GS, WoS, Scopus, ORCID; та синхронізована з ORCID Національна електронна науково-інформаційна система URIS (система NAUKA), розроблена ДНТБ [24]. Моніторинг аграрної науки України за бібліометричними профілями суб'єктів наукової діяльності мережі НААН у GS, WoS, Scopus проводить ННСГБ НААН [17-18].

На національному рівні Національний фонд досліджень України, приєднавшись до Коаліції з просування оцінки досліджень (CoARA) у 2022 році [20], запровадив обов'язковість бібліометричних профілів (ORCID, Scopus, Publons (WoS), GS) для учасників конкурсів та експертів, що відповідає європейським стандартам [23]. Така системна інтеграція профілів у цифрову інфраструктуру науки сприятиме зростанню цитованості, підвищенню міжнародної видимості установ, автоматизації звітності та ефективному використанню дослідницьких ресурсів.

Таким чином, модель створює умови для переходу від фрагментної системи оцінки результатів досліджень до цілісної, прозорої та взаємопов'язаної системи, що відповідає принципам ERA і відкритої науки.

Висновки та пропозиції

Проведене дослідження підтвердило, що бібліометричні профілі дослідників, зокрема ORCID ID, Scopus Author ID, Web of Science ResearcherID, GS і RG, є важливими елементами сучасної наукової інфраструктури, що сприяють підвищенню прозорості, верифікації наукової діяльності, міжнародній видимості та аналітичній ефективності в системах оцінювання. Проаналізовано міжнародний досвід впровадження цифрових ідентифікаторів у країнах Європейського Союзу та в Україні. Виявлено, що в країнах ЄС ORCID є обов'язковим елементом інституційної звітності та умовою участі у фінансованих проєктах.

Проведений порівняльний аналіз практик країн Східної Європи показав, що бібліометричні профілі в Scopus, WoS та ORCID інтегровані в національні системи наукової оцінки й звітності, при цьому ORCID поступово закріплюється як міжнародний стандарт. Наразі в Україні цифрова наукова ідентифікація все ще перебуває на етапі становлення. Виявлено фрагментарне застосування бібліометричних профілів, що проявляється у відсутності єдиної політики, недостатньо розвинутій синхронізації між платформами, обмеженій цифровій грамотності частини дослідників та невизначеності щодо вимог до профілів у грантових та атестаційних процедурах. Попри активне використання GS і RG, ці платформи повністю не інтегровані в національні інформаційні системи науки.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Розкрито роль НФДУ, консорціуму ORCID, інституційних репозиторіїв та провідних наукових бібліотек України (ДНТБ, НБУВ, ННСГБ НААН) у формуванні цифрової дослідницької екосистеми.

Дослідження засвідчило, що активне використання бібліометричних профілів підвищує цитованість, індекс Хірша та міжнародну видимість учених НААН, однак існує потреба посилення політики цифрової ідентифікації для інтеграції української науки у Європейський дослідницький простір.

Запропонована модель інтеграції української науки до ERA покликана подолати фрагментарність цифрової ідентифікації, низьку автоматизацію звітності та недостатню інтеграцію профілів у CRIS і національні ресурси, забезпечуючи чотирирівневий підхід (індивідуальний, інституційний, національний, міжнародний). Вона виступає стратегічним інструментом для підвищення репрезентативності й конкурентоспроможності української науки у глобальному науковому просторі.

Перспективи подальших досліджень зосереджені на вдосконаленні теоретичних і практичних засад використання бібліометричних профілів у науковій комунікації та оцінюванні. Важливим є узагальнення міжнародного досвіду, аналіз впливу цифрових ідентифікаторів на кар'єрний розвиток, мобільність і видимість досліджень, а також розробка індикаторів якості цифрової присутності та систем моніторингу. До пріоритетних завдань належить методична робота щодо інтеграції профілів у CRIS-системи, удосконалення звітності та впровадження освітніх програм із цифрової грамотності.

Запровадження на державному рівні обов'язковості ORCID, розвиток Національної електронної науково-інформаційної системи «URIS» як національного дослідницького реєстру та уніфікація вимог до наукових профілів сприятимуть підвищенню міжнародної видимості української науки та її інтеграції до ERA.

Список використаних джерел:

[1] Bordons, M., Moreno-Solano, L., & González-Albo, B. (2024). ORCID identifier adoption in Spanish scholarly communication: A macro and micro level perspective. *Learned Publishing, 37*(3). https://doi.org/10.1002/leap.1606.

[2] Boudry, C., & Bouchard, A. (2025). Adoption and use of author identifier services: A French national survey. *Learned Publishing, 38*(1). https://doi.org/10.1002/leap.1640.

[3] EOSC Association. (2025, August 5). *EOSC Association*. https://eosc.eu/.

[4] Fuhr, J., & Monnin, C. (2024). Researcher profile system adoption and use across discipline and rank: A case study at the University of Manitoba. *Quantitative Science Studies, 5*(3), 573–592. https://doi.org/10.1162/qss_a_00319.

[5] Ivanov, S., Ivohin, E., & Makhno, M. (2024). Automation of accounting of publications using the ORCID application programming interface. *Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Series Physics and Mathematics, 1*, 141–146. https://doi.org/10.17721/1812-5409.2024/1.26.

[6] Joint euroCRIS/ORCID WG on affiliation management in ORCID. (2024). *euroCRIS*. https://eurocris.org/news/joint-eurocrisorcid-wg-affiliation-management-orcid

[7] Moreno-Delgado, A., Cárdenas-Bonett, M., Gregorio-Vicente, O., & Montero-Díaz, J. (2024). Mapping scientific mobility in leading Eurozone economies: Insights from ORCID data analysis. *Scientometrics, 129*(11), 6889–6907. https://doi.org/10.1007/s11192-024-05153-6

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[8] Pampel, H., Schrader, A. C., Vierkant, P., Dreyer, B., Glagla-Dietz, S., Hartmann, S., Schirrwagen, J., & Summann, F. (2025). Status and perspective of ORCID in Germany. *Bibliothek Forschung und Praxis, 49*(1), 161–170. https://doi.org/10.1515/bfp-2024-0014
[9] Pölönen, J., & Auranen, O. (2022). Research performance and scholarly communication profile of competitive research funding: The case of Academy of Finland. *Scientometrics, 127*(12), 7415–7433.
[10] Prodanova H., Dimitrov S. (2025) Visibility and research impact of Bulgarian geographers: insights from indexing databases and social media platforms. *European Science Editing* 51: e120210. https://doi.org/10.3897/ese.2025.e120210.
[11] Schnieders, K., Mierz, S., Boccalini, S., zu Westerhausen, W. M., Hauschke, C., Hagemann-Wilholt, S., & Schulze, S. (2022). ORCID coverage in research institutions: Readiness for partially automated research reporting. *Frontiers in Research Metrics and Analytics, 7*, 1010504. https://doi.org/10.3389/frma.2022.1010504
[12] The Declaration on Research Assessment (DORA). (2025, July 27). *DORA*. https://sfdora.org/read/
[13] Wang, T., Li, Z., Huang, S., & Yang, B. (2024). Is ORCID a reliable source for CV analysis? Exploring the data availability of ORCID academic profiles. *Scientometrics, 129*(3), 1637–1662. https://doi.org/10.1007/s11192-024-04944-1
[14] Vins, D., Pazik-Aybar, A., Sanchez Solis, B., & Galica, N. (2025). Open Science Guide: Development of RPO's Open Science Strategy. Zenodo. https://doi.org/10.5281/zenodo.15124402
[15] Zhang, Y. (2023). Managing your digital research identity with ORCID. In M. R. Dreker & K. J. Downey (Eds.), *Building your academic research digital identity*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-50317-7_4
[16] Zharinova, A., Tsybenko, I., Zherebchuk, S., & Fedchuk, A. (2024). The role of the national consortium ORCID Ukraine in advancing open science policy. *Відкрита наука та інновації, 1*(1), 38–49. https://doi.org/10.62405/osi.2024.01.03
[17] Вергунов, В., & Коломієць, Н. (2023). Управління науковою комунікацією для актуалізації публікаційної активності в наукометричних базах даних (на прикладі дослідницької мережі Національної академії аграрних наук України). *ННСГБ НААН*. https://doi.org/10.5281/zenodo.14844988
[18] Коломієць, Н. Д. (2021). Бібліометричний профіль – фактор видимості, продуктивності й авторитетності дослідника для наукової спільноти. У *Науково-інноваційний розвиток агровиробництва як запорука продовольчої безпеки України: вчора, сьогодні, завтра* (с. 138–140). НААН, ННСГБ. https://dnsgb.com.ua/assets/files/naukovi_konferencii/materialy-konferencii-2021-11-17.pdf
[19] Костенко, Л., Копанєва, В., Григоревська, О., Жабін, О., & Кубко, А. (2024). Наукометричне дослідження міграційних хвиль українських вчених на початку XXI ст. *Схід, 6*(3), 65–71. https://doi.org/10.21847/2411-3093.639
[20] Національний фонд досліджень України. (2024). План дій на підтримку CoARA. *Zenodo*. https://doi.org/10.5281/zenodo.13903849
[21] Новицька, Т. Л. (2019). Системи ORCID і Researcher ID для розвитку інформаційно-дослідницької компетентності наукових і науково-педагогічних працівників. *Інформаційно-цифровий освітній простір України: трансформаційні процеси і перспективи розвитку*, 234.
[22] Про затвердження національного плану щодо відкритої науки. (2022). *Офіційний вебпортал парламенту України*. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/892-2022-%D1%80#Text
[23] Про затвердження порядку конкурсного відбору та фінансування проєктів Національним фондом досліджень України. (2019, 27 грудня). *Верховна Рада України*. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1170-2019-%D0%BF#Text

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[24] Цюра, М., & Жеребчук, С. (2024). Огляд використання постійних ідентифікаторів в Україні. *Відкрита наука та інновації, 1*(2). https://doi.org/10.62405/osi.2024.02.05
[25] Яцишин, А. В. (2018). Використання цифрових відкритих систем для розбудови іміджу аспірантів і докторантів. У *Інноваційні комп'ютерні технології у вищій школі* (с. 15–20). Львів: Вид. Львівської політехніки.

DIGITAL IDENTIFICATION OF A MODERN SCIENTIST IN EUROPEAN COUNTRIES AND UKRAINE

Kolomiiets Natalia
PhD in Agricultural Sciences, Senior Research Fellow
The National Scientific Agricultural Library of the National Academy of Agrarian Sciences, Kyiv, Ukraine

Summary. *The article explores the strategic role of digital tools for scientific identification — ORCID ID, Scopus Author ID, Web of Science ResearcherID, Google Scholar Author ID, ResearchGate ID — as key elements of the digital infrastructure of science in the context of the digital economy, open science, and Ukraine's integration into the European Research Area (ERA). The focus is on bibliometric profiles as tools for collecting, processing, and analyzing data on scientific productivity, which form the basis for automated reporting, digital monitoring of research performance, and management decision-making in the field of science.*

Examples of integrating profiles into research activity management systems (CRIS) in EU countries are analyzed. A comparative study of the level of digital activity in Eastern European countries (Poland, Hungary, Czech Republic, Romania, Serbia, Bulgaria, Lithuania, Latvia, Estonia, Ukraine) is conducted, and it is determined that the ORCID identifier is becoming an international standard. It has been established that in Ukraine, the digital identification of scientists is at the stage of formation: there is fragmentation in the integration of profiles into CRIS systems, insufficient unification of bibliometric profiles, the absence of a single state or institutional standard for mandatory platforms for creating profiles, a low level of digital and scientometric literacy of some researchers, a formal approach to creating profiles. Solving these problems requires a coordinated policy, institutional coordination and the development of digital competencies. In this context, a model of integration of Ukrainian science into the European Research Area (ERA) through the prism of the use of digital identifiers is proposed, which covers four levels of implementation: individual, institutional, national and international. Special attention is paid to the role of the National Research Fund of Ukraine, the National ORCID Consortium, institutional repositories and scientific libraries (State Scientific and Technical Library of Ukraine (SSTL), V. I. Vernadsky National Library of Ukraine (VNLU), National Scientific Agricultural Library of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine (NSAL NAAS)) in the formation of a digital research ecosystem. An analysis of the top 20 scientists of the NAAS was conducted based on their bibliometric profiles in different systems. A high correlation was observed between WoS and ResearchGate and WoS and Scopus, moderate between Scopus and ResearchGate, and weak between Google Scholar and other systems. It was confirmed that the presence of relevant profiles in different international identification systems increases citations, international visibility and the Hirsch index of researchers. At the same time, 20% of missing and 25% of partially filled ORCID profiles indicate the need to activate the digital identification policy in the NAAS network.

The results of the study confirm the need for regulatory, organizational and technical support for the digital identification of Ukrainian scientists in accordance with the principles of open science and in the context of joining the European Research Area, which is an important prerequisite for increasing the competitiveness of national science in the global academic environment.

Keywords: *ORCID ID, Scopus Author ID; Web of Science ResearcherID; Google Scholar Author ID; ResearchGate ID; scientometrics, digital identification, bibliometric profiles.*

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.023

ЦИФРОВІЗАЦІЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ НАФТОГАЗОВИДОБУВНИХ РОДОВИЩ

Фірман Мирон Андрійович
здобувач ступеня доктора філософії
Національний технічний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Україна

***Анотація**. У статті досліджено роль цифровізації як стратегічного інструменту підвищення економічної ефективності нафтогазовидобувних родовищ. Розкрито поняття цифрової трансформації, охарактеризовано її ключові елементи та переваги впровадження сучасних технологій у нафтогазовій галузі. Особлива увага приділена впливу цифрових рішень на зниження витрат, підвищення продуктивності, мінімізацію ризиків та забезпечення безпеки виробництва. Наведено приклади ефективного використання штучного інтелекту, великих даних, IoT і ERP-систем у провідних країнах світу, зокрема в Норвегії, США та ОАЕ. Також проаналізовано поточний стан цифровізації нафтогазової галузі України, з акцентом на проєкти Групи Нафтогаз. Визначено перспективи розвитку цифрових технологій як чинника забезпечення стабільного функціонування й конкурентоспроможності галузі в умовах внутрішніх і зовнішніх викликів.*

***Ключові слова:** цифровізація, нафтогазовидобувні родовища, економічна ефективність, штучний інтелект (AI), Інтернет речей (IoT), великі дані (Big Data), ERP-системи, цифрова трансформація, автоматизація виробництва, управління ризиками, IT-рішення.*

Постановка проблеми. Нафтогазовидобувні родовища України є стратегічно важливою для енергетичної безпеки держави, однак їх ефективність значною мірою обмежується застарілими технологіями, високими експлуатаційними витратами, низьким рівнем автоматизації та обмеженим доступом до оперативних даних. У сучасних умовах глобальної конкуренції, енергетичного переходу та воєнного стану особливої актуальності набуває впровадження цифрових технологій, які здатні забезпечити якісно новий рівень управління виробничими процесами, підвищити продуктивність, знизити ризики та оптимізувати витрати.

Попри наявність окремих прикладів цифровізації, галузь загалом стикається з низкою бар'єрів: технічних, кадрових, інфраструктурних та фінансових. Відсутність системного підходу до цифрової трансформації родовищ уповільнює модернізацію та знижує потенціал економічного зростання. У зв'язку з цим виникає необхідність наукового обґрунтування цифровізації як інструменту підвищення економічної ефективності

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

нафтогазовидобутку, аналізу сучасних технологій, оцінки їх впливу на ключові виробничі показники та формування рекомендацій щодо подальшого розвитку цифрової інфраструктури галузі.

Аналіз досліджень та публікацій. Цифровізація нафтогазової галузі вже протягом останнього десятиліття є об'єктом активного вивчення як у міжнародних, так і в українських наукових і прикладних дослідженнях. Провідні аналітики та дослідники розглядають цифрові технології не лише як інструменти автоматизації, а як чинник стратегічної трансформації та зростання економічної ефективності підприємств.

Згідно з аналітичним звітом McKinsey & Company, цифрові рішення можуть зменшити операційні витрати нафтогазових компаній на 10–20%, а капітальні витрати на 20–30% завдяки точному плануванню, моделюванню та контролю [1]. Особливу увагу автори приділяють таким технологіям, як big data-аналітика, предиктивне обслуговування та автоматизація бурових операцій.

У науковій праці А.В. Підчоси [2] акцент зроблено на інтеграції цифрових рішень у системи управління виробничими процесами, що забезпечує підвищення техніко-економічних показників родовищ. Дослідник відзначає, що впровадження SCADA-систем, IoT-датчиків і геоінформаційних платформ дозволяє здійснювати оперативний моніторинг роботи свердловин, прогнозування аварійних ситуацій і оптимізацію добування.

Зі свого боку, Абдулла Аль-Хаджрі, Галал М. Абделла, Хусейн Аль-Яфей, Салех Асіл та Абдель Магід Хамуда у статті досліджують приклади цифровізації у країнах Близького Сходу, зокрема в ОАЕ та Саудівській Аравії, де цифрова трансформація стала основою енергетичних стратегій [3]. Автори звертають увагу на використання штучного інтелекту та цифрових двійників, які дозволяють моделювати фізико-хімічні процеси в пластах у реальному часі, підвищуючи коефіцієнт вилучення вуглеводнів.

Окрему нішу займають дослідження, присвячені цифровізації в умовах воєнного стану в Україні. У звіті Нафтогазу України [4] вказано, що цифрові платформи дозволили забезпечити безперебійність бізнес-процесів, віддалений доступ до систем управління, а також моніторинг об'єктів в реальному часі, що стало критично важливим у період високих ризиків.

Таким чином, огляд літератури свідчить про зростаючу роль цифровізації як ключового чинника модернізації галузі. Провідні дослідження підтверджують, що застосування цифрових технологій сприяє зниженню витрат, підвищенню безпеки, покращенню технічних параметрів родовищ та підвищенню загальної економічної ефективності нафтогазовидобутку.

Метою даної роботи є обґрунтування цифровізації як ключового інструменту підвищення економічної ефективності нафтогазовидобувних родовищ шляхом аналізу сучасних цифрових технологій, оцінки їх впливу на виробничі та управлінські процеси, а також виявлення перспектив і бар'єрів впровадження цифрових рішень в умовах трансформаційної економіки та воєнного стану в Україні.

Виклад основного матеріалу. У сучасному світі цифровізація стала ключовим чинником розвитку організацій, що прагнуть до інновацій, ефективності та конкурентоспроможності. Це не просто впровадження нових

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

технологій, а глибока трансформація бізнес-процесів, яка змінює саму логіку управління, прийняття рішень і взаємодії з даними.

Такий підхід вимагає розуміння цифровізації як комплексного процесу. Вона охоплює всі аспекти діяльності підприємства, спрямована на підвищення точності, швидкості та ефективності управління, виходячи далеко за межі традиційної автоматизації, що переважно механізує рутинні операції.

Щоб краще зрозуміти суть цифрової трансформації, доцільно розглянути її основні елементи, які формують технологічну основу сучасних нафтогазовидобувних родовищ:

1. Цифрові двійники (Digital Twins). Створення віртуальних копій фізичних об'єктів або процесів дозволяє моделювати, аналізувати та оптимізувати їхню роботу в реальному часі. Це відкриває нові можливості для прогнозування несправностей, зниження витрат і підвищення якості.

2. Адаптивні алгоритми прийняття рішень. Завдяки штучному інтелекту та машинному навчанню компанії можуть приймати рішення на основі аналізу великих обсягів даних, що постійно оновлюються. Це забезпечує гнучкість і адаптивність до змін ринку.

3. Глибинна аналітика та прогнозування ризиків. Аналітичні інструменти дозволяють не лише аналізувати минулі події, а й передбачати майбутні ризики, тенденції та можливості. Це дає змогу діяти на випередження, а не реагувати постфактум.

Продовжуючи розгляд сутності цифровізації, варто зосередитися на конкретних інструментах, які забезпечують її реалізацію, а також на стратегічних цілях, яких прагнуть досягти нафтогазовидобувні родовища завдяки впровадженню цифрових технологій. Цифровізація охоплює широкий спектр рішень, які умовно поділяються на апаратні, програмні та комунікаційні. До апаратних засобів належать датчики Інтернету речей (IoT), що забезпечують безперервний моніторинг стану обладнання та навколишнього середовища, дрони, які використовуються для аерофотозйомки, інспекцій та картографування, а також роботизовані бурові установки, що дозволяють автоматизувати складні операції в екстремальних умовах. Програмні інструменти включають платформи штучного інтелекту, як-от IBM Watson, які аналізують великі обсяги даних і допомагають у прийнятті рішень, а також системи Big Data-аналітики на базі Hadoop, що дозволяють виявляти закономірності, прогнозувати події та оптимізувати процеси. Комунікаційні технології, зокрема 5G-мережі, забезпечують миттєвий обмін даними між пристроями, а супутниковий зв'язок Starlink відкриває можливості для цифровізації навіть у найвіддаленіших регіонах [5].

Використання цих інструментів спрямоване на досягнення конкретних цілей, серед яких це зниження собівартості видобутку завдяки оптимізації процесів і зменшенню простоїв, зменшення аварійності на 30–50% через прогнозування несправностей і автоматизоване управління, а також підвищення коефіцієнта видобутку (recovery factor) на 5–15% завдяки точному моделюванню пластів і контролю в реальному часі. Таким чином, цифровізація виступає не лише як технологічне оновлення, а як стратегічний інструмент підвищення ефективності, безпеки та прибутковості нафтогазовидобувних родовищ у довгостроковій перспективі.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

На цьому тлі особливу увагу заслуговують конкретні цифрові технології, які вже активно впроваджуються у нафтогазовій галузі. Саме вони перетворюють амбітні цілі в реальні результати, забезпечуючи суттєвий прорив у трансформації сектора.

Так, однією з базових систем є SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) це технологія, що забезпечує моніторинг і управління технологічними процесами в реальному часі. Наприклад, за внутрішніми даними компанії «Укрнафта», вона впровадила систему, котра дозволила зменшити кількість аварій на 25% завдяки миттєвому виявленню витоків у трубопроводах. Це яскравий приклад того, як цифрові рішення можуть безпосередньо впливати на безпеку та стабільність виробництва [6].

Інша важлива технологія це IoT (Internet of Things), яка дозволяє створювати так звані «розумні» свердловини. Завдяки встановленим датчикам можна в режимі реального часу вимірювати температуру, в'язкість нафти, а також прогнозувати знос обладнання. Крім того, IoT активно використовується в логістиці, так GPS-чіпи дозволяють відстежувати маршрути танкерів, що значно підвищує контроль над поставками. За даними компанії Shell, впровадження таких рішень дозволило знизити простої на 20% [7].

Ще один потужний напрям є Big Data та штучний інтелект (AI) [8]. Вони відкривають нові горизонти для аналітики, зокрема в сфері предиктивного технічного обслуговування. Наприклад, компанія Chevron використовує алгоритми, які з точністю до 90% передбачають поломки насосів, що дозволяє уникати незапланованих зупинок. Інший приклад це ExxonMobil [9], яка застосовує AI для аналізу геологічних даних з метою оптимізації точок буріння, що призвело до збільшення видобутку на 7%. Серед популярних інструментів у цій сфері є аналітичні платформи Palantir [10] та SAS [11].

Завершує перелік ключових технологій цифровий двійник (Digital Twin) це віртуальна копія фізичного об'єкта, яка імітує його поведінку в реальному часі. Наприклад, цифровий двійник нафтопереробного заводу дозволяє тестувати нові технології без ризику для реального виробництва. За даними Siemens, використання таких моделей дозволяє зменшити витрати на тестування нових рішень до 40% [12].

Важливим аспектом цифрової трансформації в нафтогазовій галузі є її безпосередній вплив на економічну ефективність нафтогазового родовища. Інноваційні технології не лише змінюють спосіб ведення операцій, а й створюють реальні фінансові вигоди через оптимізацію витрат, підвищення продуктивності та зниження ризиків.

Одним із ключових механізмів впливу є оптимізація витрат. Впровадження роботизованих інспекторів, які замінюють персонал на небезпечних ділянках, дозволяє суттєво знизити витрати й водночас підвищити рівень безпеки. Крім того, системи штучного інтелекту для управління енергоспоживанням забезпечують економію на рівні 10–15%, що особливо важливо в умовах зростання вартості енергоресурсів.

На додачу до економії витрат, цифрові технології сприяють зростанню продуктивності. Зокрема, використання AI у геологорозвідці дозволяє зменшити кількість «сухих» свердловин на 30%, знижуючи витрати на буріння.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Паралельно з цим аналітика великих даних покращує розуміння властивостей пластів, зокрема при видобутку нафти з високою в'язкістю, що сприяє підвищенню коефіцієнта видобутку.

Ще одним важливим напрямом цифровізації є мінімізація ризиків. Алгоритми штучного інтелекту здатні прогнозувати аварійні ситуації, наприклад, вибухи метану, що дозволяє запобігати втратам і скорочувати страхові витрати. Додатково, використання IoT-датчиків для екологічного моніторингу забезпечує своєчасне виявлення забруднень, зменшуючи ризик штрафів і порушень природоохоронного законодавства.

Таким чином, цифрові технології не лише підвищують безпеку та ефективність окремих процесів, а й формують основу для масштабної трансформації цілих галузей. Нафтогазовидобувні родовища це яскравий приклад того, як інновації можуть сприяти економічній стійкості та адаптації до глобальних викликів. У цьому контексті варто звернути увагу на досвід таких країн, як Норвегія, США та ОАЕ, де цифровізація активно розвивається завдяки ефективній взаємодії держави та бізнесу (табл.1).

Таблиця 1

Кращі практики цифрової трансформації нафтогазових родовищ: міжнародний досвід, економічні результати та роль державно-приватного партнерства [сформовано на основі 13]

Країна	Цифрові рішення	Економічні результати	Роль державно-приватного партнерства
Норвегія	Платформа Integrated Operations (IO); цифрові двійники платформ	Зниження витрат на обслуговування на 30%; підвищення безпеки	Уряд підтримує цифровізацію через наукові програми та фінансування R&D
США	AI-аналітика в бурінні (ExxonMobil, Chevron); IoT у логістиці	Зменшення кількості «сухих» свердловин на 25–30%; зростання видобутку	Підтримка через податкові пільги та гранти на інновації
ОАЕ	Smart Fields (ADNOC); використання Big Data та хмарних платформ	Підвищення продуктивності на 20%; скорочення витрат на енергію	Стратегічні альянси з глобальними IT-компаніями; державні інвестиції в цифрову інфраструктуру

Ці приклади свідчать про те, що успішна цифровізація потребує не лише технологій, а й стратегічної взаємодії між державою та бізнесом. Саме державно-приватне партнерство створює умови для масштабного впровадження інновацій, забезпечуючи фінансову, нормативну та інституційну підтримку.

Щодо поточного стану цифровізації нафтогазових родовищ України, то він свідчить про поступовий, але впевнений рух у напрямку модернізації та

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

впровадження інновацій. Попри складні зовнішні умови, українські компанії, зокрема Група Нафтогаз, активно реалізують IT-стратегії, спрямовані на підвищення ефективності, прозорості та безпеки виробництва [1].

Наразі рівень цифровізації в нафтогазовидобувні родовища можна оцінити як середній із позитивною динамікою. Компанії впроваджують сучасні ERP-системи, такі як SAP S/4HANA, для централізованого управління ресурсами, а також інструменти фінансового планування (наприклад, SAP BPC), що значно скорочують час на підготовку звітності. Крім того, використовуються системи електронного документообігу, платформи для управління ризиками, а також хмарні сервіси, які забезпечують кібербезпеку та віддалений доступ до корпоративних ресурсів [14].

Однак, попри ці досягнення, галузь стикається з низкою серйозних проблем. Серед технічних викликів це застаріле обладнання на частині об'єктів, що ускладнює інтеграцію нових цифрових рішень. Кадрові проблеми включають дефіцит кваліфікованих IT-фахівців, особливо в регіонах, а також потребу в перекваліфікації існуючого персоналу. Інфраструктурні обмеження пов'язані з нерівномірним доступом до високошвидкісного інтернету в районах видобутку, а також з обмеженим використанням хмарних технологій через питання безпеки та нормативні бар'єри.

Аналіз IT-інфраструктури українських нафтогазових родовищ показує, що ERP-системи впроваджені на високому рівні, хмарні технології використовуються частково, аналітика даних перебуває на стадії розвитку, а кібербезпека та віддалений доступ активно посилюються. Загалом, цифровізація в галузі має значний потенціал, але для його реалізації необхідні подальші інвестиції в технічну модернізацію, розвиток людського капіталу та розбудову цифрової інфраструктури.

В таблиці 2 наведено аналіз IT-інфраструктури українських компаній в нафтогазові родовища.

Таблиця 2

Аналіз IT-інфраструктури українських компаній в нафтогазовидобувні родовища [сформовано на 15]

Компонент	Стан	Коментар
ERP-системи	Високий рівень	SAP S/4HANA впроваджено в більшості компаній Групи Нафтогаз
Хмарні технології	Часткове впровадження	Використовуються для SAP, Microsoft 365; обмеження через безпекові ризики
Аналітика даних	Розвивається	Впроваджено SAP BPC, але Big Data та AI на ранніх етапах
Кібербезпека	Посилюється	Інтеграція Microsoft 365 підвищила захист даних
Віддалений доступ	Забезпечено	Системи документообігу та ЕЦП дозволяють працювати поза офісом

Варто відзначити, що загалом, цифровізація в українські нафтогазовидобувні родовища має позитивну динаміку, але потребує подальших інвестицій у технічну модернізацію, розвиток людського капіталу та розбудову цифрової інфраструктури.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

У контексті цифрової трансформації нафтогазовидобувних родовищ України важливу роль відіграють спеціалізовані цифрові інструменти, які безпосередньо впливають на ефективність розробки родовищ. Серед них особливо варто виділити геоінформаційні системи, супутниковий моніторинг, штучний інтелект та хмарні платформи управління даними.

Геоінформаційні системи (GIS) та супутниковий моніторинг дозволяють створювати високоточні цифрові карти родовищ, відстежувати зміни ландшафту, контролювати стан інфраструктури та оперативно реагувати на потенційні загрози. Завдяки інтеграції супутникових знімків із даними з датчиків на місцях, компанії отримують повну картину геологічних умов і можуть ефективніше планувати буріння та розробку.

Штучний інтелект (AI) дедалі активніше використовується для прогнозування обсягів видобутку, аналізу геологічних даних і моделювання поведінки пластів. Алгоритми машинного навчання здатні виявляти закономірності, які не піддаються традиційним методам аналізу, що дозволяє зменшити кількість невдалих свердловин і підвищити точність геологорозвідки. Крім того, AI використовується для оптимізації режимів роботи обладнання, що сприяє зниженню енергоспоживання та підвищенню надійності систем.

Хмарні рішення та віртуальні платформи управління даними забезпечують централізований доступ до інформації в режимі реального часу. Це дозволяє різним підрозділам компанії від геологів до фінансистів працювати з єдиною базою даних, що значно підвищує оперативність прийняття рішень. Хмарні сервіси також спрощують масштабування IT-інфраструктури, знижують витрати на її обслуговування та забезпечують високий рівень захисту даних.

Отже, цифрові інструменти стають невід'ємною частиною сучасного управління родовищами, забезпечуючи не лише підвищення ефективності, а й створення умов для сталого розвитку галузі. Їхнє широке впровадження в Україні є ключовим чинником для підвищення конкурентоспроможності національного нафтогазового сектору на глобальному рівні.

В умовах війни та економічної нестабільності цифровізація нафтогазовидобувних родовищ України стикається з низкою серйозних бар'єрів і ризиків, які суттєво впливають на темпи та якість впровадження інновацій. Попри стратегічну важливість цифрових технологій для забезпечення енергетичної безпеки, галузь змушена адаптуватися до нових викликів, що виникають унаслідок гібридної агресії, фінансових обмежень та втрат інфраструктури.

Одним із найгостріших викликів є кібербезпека в умовах гібридної війни. Нафтогазовидобувні родовища стають об'єктом цілеспрямованих кібератак, що можуть призвести до зупинки виробництва, втрати даних або навіть техногенних аварій. У зв'язку з цим компанії змушені інвестувати значні ресурси в захист інформаційних систем, впроваджувати багаторівневу автентифікацію, резервне копіювання та моніторинг кіберзагроз у реальному часі.

Ще одним критичним бар'єром є дефіцит кваліфікованих спеціалістів та фінансування. Війна спричинила відтік кадрів, особливо з регіонів, де розташовані видобувні об'єкти. Крім того, обмеженість бюджетів ускладнює

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

закупівлю сучасного обладнання, ліцензійного програмного забезпечення та проведення навчання персоналу. Це стримує впровадження складних цифрових рішень, таких як AI-аналітика чи хмарні платформи управління даними.

Не менш важливою проблемою є втрата інфраструктури та ненадійність комунікаційних каналів. Руйнування об'єктів енергетичної інфраструктури, перебої з електропостачанням та нестабільний інтернет у зоні бойових дій ускладнюють роботу цифрових систем, особливо тих, що потребують постійного підключення до мережі. Відсутність стабільного зв'язку обмежує можливості для дистанційного моніторингу, управління та обміну даними між підрозділами.

У таких умовах цифровізація потребує не лише технологічних рішень, а й системної підтримки з боку держави, міжнародних партнерів та галузевих асоціацій. Лише комплексний підхід через поєднання інвестицій, навчання кадрів, модернізації інфраструктури та кіберзахисту дозволить забезпечити стійкий розвиток цифрових процесів навіть у період кризи.

Для забезпечення сталого розвитку нафтогазовидобувних родовищ України в умовах війни, енергетичних викликів та глобальної конкуренції, необхідно сформувати чітке бачення цифрової модернізації родовищ. Це передбачає розробку національної стратегії цифровізації, визначення пріоритетів інвестування та ефективну взаємодію між державою, міжнародними партнерами й приватним сектором.

Також національна стратегія цифровізації галузі має стати основою для системного впровадження інновацій. Вона повинна включати дорожню карту цифрової трансформації, стандарти інтеграції технологій, вимоги до кібербезпеки та механізми моніторингу ефективності. Особливу увагу слід приділити розвитку цифрових компетенцій персоналу, створенню центрів обробки даних, а також підтримці наукових досліджень у сфері енергетичних технологій.

Пріоритети інвестування в цифрові рішення мають бути зосереджені на тих напрямках, які забезпечують максимальний економічний ефект і підвищують енергетичну безпеку. Серед них це впровадження геоінформаційних систем для управління родовищами, розвиток цифрових двійників для моделювання виробничих процесів, використання штучного інтелекту для прогнозування видобутку та оптимізації технічного обслуговування, а також розширення хмарної інфраструктури для зберігання та обробки великих обсягів даних.

Роль держави, міжнародних партнерів та приватного сектору також є визначальною у реалізації цифрової трансформації. Держава має забезпечити нормативну базу, податкові стимули та фінансову підтримку інноваційних проєктів. Міжнародні партнери можуть надати доступ до передових технологій, інвестицій та експертизи. Приватний сектор, у свою чергу, повинен виступати рушієм впровадження цифрових рішень, демонструючи приклади успішної модернізації та створюючи попит на нові технології.

Узгоджені дії всіх учасників процесу дозволять не лише модернізувати нафтогазову галузь, а й зробити її більш стійкою, ефективною та конкурентоспроможною в умовах глобальних викликів.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Висновки та пропозиції. Цифровізація нафтогазовидобувної галузі є не лише сучасним технологічним трендом, а й стратегічним інструментом підвищення економічної ефективності. Вона дозволяє знижувати витрати, підвищувати продуктивність і забезпечувати безпеку виробництва. Впровадження таких технологій, як SCADA-системи, Інтернет речей (IoT), великі дані (Big Data), штучний інтелект (AI), цифрові двійники та хмарні платформи, забезпечує оперативний моніторинг, прогнозування технічних збоїв, оптимізацію процесів буріння та ефективне управління ресурсами в реальному часі.

Міжнародний досвід країн, таких як Норвегія, США та ОАЕ, свідчить про те, що успішна цифровізація можлива лише за умов ефективної взаємодії між державою, бізнесом і науковими установами, а також за наявності чіткої цифрової стратегії. В Україні цифровізація галузі демонструє позитивну динаміку, зокрема завдяки ініціативам Групи Нафтогаз. Проте її розвиток стримується низкою бар'єрів таких як технічних, кадрових, інфраструктурних та безпекових, особливо в умовах воєнного стану.

Аналіз літературних джерел і практичних кейсів підтверджує, що впровадження цифрових рішень може зменшити операційні витрати на 10–20%, капітальні на 20–30%, а також підвищити коефіцієнт вилучення вуглеводнів на 5–15%.

У зв'язку з цим доцільно розробити та впровадити національну стратегію цифровізації нафтогазової галузі, яка включатиме дорожню карту технологічного оновлення, стандарти інтеграції, вимоги до кібербезпеки та механізми державної підтримки. Необхідно визначити пріоритети інвестування в цифрові рішення з найбільшим економічним ефектом, зокрема в системи предиктивного обслуговування, цифрові двійники, геоінформаційні платформи, хмарні сервіси та аналітику великих даних.

Важливо також посилити державно-приватне партнерство у сфері цифровізації, залучаючи міжнародні інвестиції, технологічних партнерів і наукові установи до реалізації інноваційних проєктів. Паралельно слід інвестувати в розвиток цифрових компетенцій персоналу, створення навчальних центрів, програм перекваліфікації та підвищення кваліфікації для фахівців галузі.

Окрему увагу необхідно приділити забезпеченню стійкості цифрової інфраструктури в умовах воєнного стану, зокрема шляхом резервного копіювання даних, захисту від кібератак, використання супутникового зв'язку та автономних систем управління.

Список використаних джерел:

[1] Нафтогаз цифрові технології. https://www.naftogaz.com/digital-technology.
[2] Підчоса, А. В. (2020). Цифровізація операцій нафтогазових БНП. *Економіка та суспільство, (27)*. URL: http://matveev.kiev.ua/index.php/ec_n/article/view/3818/3480.
[3] Al-Hajri, A., Abdella, G. M., Al-Yafei, H., Aseel, S., & Hamouda, A. M. (2024). A Systematic Literature Review of the Digital Transformation in the Arabian Gulf's Oil and Gas Sector. *Sustainability*, 16(15), 6601. URL: https://www.mdpi.com/2071-1050/16/15/6601.
[4] Нафтогаз України. https://gas.ua/uk/home.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[5] Чигирин О.Ю., Хоменко Л.М., Зябіна Є.А. Smart-енергетика і маркетинг: інновації для сталого та екологічно відповідального розвитку: навчальний посібник. Одеса: Олді+, 2024. 104 с.
[6] SCADA-системи: основа ефективного управління та моніторингу процесів. http://www.alectro.com.ua/blog/scada/.
[7] SLB Lumi Platform – Інтелектуальні рішення для енергетики. https://www.slb.com/about/who-we-are/our-technology/lumi-platform.
[8] Яковенко, Я., Білик, М., Олійник, Є. (2024). Штучний інтелект, Big Data і відповідальне споживання як імператив інноваційного розвитку бізнес структур в умовах формування цифрової економіки. *Економіка та суспільство*, № 60. DOI: https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-60-15.
[9] Artificial Intelligence at ExxonMobil – Two Applications at the Largest Western Oil Company. https://emerj.com/artificial-intelligence-at-exxonmobil/.
[10] Palantir. https://www.palantir.com/
[11] Sas. https://www.sas.com/en_us/home.html.
[12] Digital Twin. https://www.ge.com/news/taxonomy/term/5411
[13] Роль диджиталізації у нафтогазовій галузі: вплив та технології. https://wezom.com.ua/ua/blog/rentabelnist-efektivnist-ekologichnist-rozbirajemo-mozhlivosti-didzhitalizatsiyi-u-naftogazoviy-galuzi.
[14] Група Нафтогаз продовжує автоматизувати бізнес-процеси для виходу на IPO. https://www.naftogaz.com/news/grupa-naftogaz-prodovzhue-avtomatyzuvaty-biznes-protsesy-dlya-vyhodu-na-iro.
[15] Група Нафтогаз здійснює комплексну цифрову трансформацію для забезпечення прозорості бізнесу та підвищення капіталізації. https://news.sap.com/ukraine/2021/02/naftogaz-s4hana/.

DIGITALIZATION AS A TOOL FOR ENHANCING THE ECONOMIC EFFICIENCY OF OIL AND GAS FIELDS

Firman Myron
Candidate of the degree of Doctor of Philosophy
National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic», Ukraine

Summary. The article highlights digitalization as one of the key factors in increasing the economic efficiency of oil and gas production fields. The author views digital transformation not merely as the implementation of advanced technologies but as a comprehensive strategic approach to optimizing production processes, managing risks, and enhancing the profitability of enterprises in the industry. Particular attention is given to key areas of digitalization such as the use of artificial intelligence (AI) for predicting malfunctions and emergency situations, the application of the Internet of Things (IoT) for environmental monitoring and remote equipment management, big data analytics for improving the accuracy of geological exploration, and the implementation of ERP systems for centralized resource management within companies.
It is noted that digital technologies significantly reduce production costs by minimizing downtime, automating routine operations, and improving productivity. For example, the use of AI can reduce the number of "dry" wells by 30%, while data analytics can increase the extraction efficiency by 5–15%. Predictive maintenance and environmental monitoring help decrease accident rates by up to 50% and prevent fines for environmental violations.
The article presents examples of leading international digitalization practices in the oil and gas sector, particularly in Norway, the USA, and the UAE, where digital initiatives have contributed to

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

greater economic resilience, innovation, and competitiveness. The current state of digitalization in Ukraine is also analyzed. Despite the challenging wartime conditions, Ukrainian companies, particularly Naftogaz Group, are gradually adopting modern IT solutions such as SAP S/4HANA, SAP BPC, electronic document management systems, risk management platforms (ETRM), and cloud services, all of which contribute to improved transparency, efficiency, and cybersecurity.

Furthermore, the article emphasizes the importance of public-private partnerships as catalysts for digital transformation. This includes the development of innovative infrastructure, promotion of R&D investments, and the establishment of digital laboratories and competence centers. The article concludes that digitalization is not a temporary trend but a sustainable response to contemporary challenges related to energy security, economic instability, and growing environmental responsibility in business.

Keywords: *digitalization, oil and gas extraction fields, economic efficiency, artificial intelligence (AI), Internet of Things (IoT), big data, ERP systems, digital transformation, production automation, risk management, IT solutions.*

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.024

METHODOLOGICAL CHALLENGES AND CONCEPTUAL APPROACHES TO MEASURING THE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON ROI

Liana Moskalyk
PhD, Associate Professor of Department of International Economic Analysis and Finances
Ivan Franko National University of L`viv, Ukraine

Summary. *The rapid integration of Artificial Intelligence (AI) into business operations creates significant challenges in measuring Return on Investment (ROI). Traditional performance metrics, designed for tangible industrial outputs, fail to capture "silent productivity growth", or productivity gains in cognitive work, resulting in underestimation of AI's economic impact. Lessons from past crises—such as the 2008 financial collapse driven partly by overreliance on outdated VaR metrics—demonstrate the risks of static measurement systems and the need for dynamic, adaptable performance evaluation. This paper examines how AI-driven Key Performance Indicators (KPIs) can address these limitations by providing more accurate, actionable, and forward-looking measurements. Unlike conventional metrics, AI-enhanced KPIs reveal new sources of value, improve risk management, and support strategic decision-making. Evidence from industry data shows that companies investing 5% or more of their budgets in AI achieve substantially better results, especially in customer satisfaction and product innovation. These outcomes highlight the need for continuous refinement of KPI definitions and governance processes to ensure relevance, data quality, and adaptability. AI-enabled KPI "ensembles" further strengthen business performance by uncovering interdependencies between metrics and identifying untapped opportunities for operational synergy. The study concludes that adopting AI-enriched KPIs is essential for accurately assessing ROI, optimizing investment outcomes, and securing long-term competitive advantage.*
Key Words: *Artificial Intelligence (AI), companies' performance, intangible assets, Key Performance Indicators (KPIs), productivity, Return on Investment (ROI), revenue.*

Introduction

As AI becomes a strategic imperative, organizations must develop a clear and structured business framework to unlock its full potential. Demonstrating a strong return on investment (ROI) is critical—not only to justify expenditures but also to secure stakeholder support and ensure sustainable success. A well-crafted AI business case should align investments with strategic objectives, provide realistic cost estimates, project measurable benefits, and carefully weigh risks against rewards.

The foundation of a compelling AI investment case lies in its strategic alignment. Companies must identify precise goals—whether enhancing customer experience, cutting operational costs, or boosting revenue—and prioritize AI

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

initiatives that directly support these objectives. Rather than adopting AI for its own sake, businesses should focus on projects that deliver tangible value and reinforce their long-term vision.

In order for AI to have a meaningful impact, it must be aligned with core business priorities. By linking AI initiatives to specific objectives, organizations can optimize their investments and avoid costly, uncertain experiments. This disciplined approach ensures that AI contributes to measurable growth and operational efficiency, rather than being used for speculative ventures. [5].

Within this dynamic and complex landscape, a significant challenge is the accurate measurement of AI's true impact and value. This is complicated by the need to distinguish between its short-term tactical advantages and its long-term strategic effects on overall productivity. Additionally, it is difficult to precisely attribute changes in company performance directly to AI initiatives, as many other factors may be at play.

Methodology

This study employs a systematic literature review and evidence synthesis methodology to examine the strategic implications and measurement challenges of AI in organizational contexts. The research integrates multiple data sources to provide a comprehensive, multi-perspective analysis: global benchmarking data, academic and industry research, empirical case evidence. Analytical approach methodology combines: quantitative meta-analysis of survey data (across cited reports), qualitative synthesis of peer-reviewed studies and industry papers comparative case study analysis. This multi-method approach enables both: vertical analysis of AI's measurement challenges at operational, financial, and strategic levels; horizontal comparison of sector-specific impacts across industries. The approach integrates diverse qualitative and quantitative findings to present a multifaceted perspective on AI's profound impact on Key Performance Indicators (KPIs) and broader organizational performance, addressing both its transformative potential and the critical challenges in its effective measurement and governance. This methodology offers a rigorous yet practical framework for measuring AI's performance, benefiting both researchers and business leaders.

Literature Review

Existing literature consistently highlights AI's transformative capacity to enhance organizational performance, particularly its potential to drive ROI through efficiencies and to revolutionize KPI management by enabling more dynamic, predictive, and interconnected metrics. Despite significant AI adoption, a substantial "ROI disconnect" persists, largely due to limitations in traditional measurement frameworks, difficulties in accurately attributing value to AI initiatives, and the uncaptured "silent productivity growth" of AI in cognitive labor, underscoring a critical need for refined, holistic methodologies to fully assess its economic impact. Among the prominent researchers contributing to the discourse on AI's impact on business and economics are Erik Brynjolfsson [4], known for his work on technology and productivity; Michael Schrage and David Kiron [8], who focus on strategic measurement and AI-enhanced KPIs; François Candelon, Shervin Khodabandeh, and Michael Chu [12], specializing in AI adoption and competitive advantage; and Daron Acemoglu [1, 7], who analyzes AI's broader macroeconomic effects and labor market implications.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

While existing literature highlights AI's transformative potential, current ROI measurement frameworks fail to capture its full economic impact, particularly in cognitive labor and intangible outcomes. This study addresses the gap by proposing AI-enhanced KPIs as dynamic, predictive tools to bridge the disconnect between AI adoption and realized value.

Problem Statement

Despite increased global AI adoption, only 25% of AI initiatives deliver the expected ROI. This discrepancy underscores a critical issue: the absence of robust, multidimensional performance metrics capable of capturing both tangible and intangible impacts of AI deployments. Accurately defining and measuring AI's business value remains a central challenge for both researchers and practitioners.

According to Stanford University *The 2025 AI Index Report*, AI is poised to be the most transformative technology of the 21st century. In 2024, U.S. private AI investment surged to $109.1 billion—nearly 12 times China's $9.3 billion and 24 times the U.K.'s $4.5 billion. Generative AI saw particularly strong momentum, attracting $33.9 billion globally in private investment—an 18.7% increase from 2023. AI business usage (Adoption Rates) is also accelerating: 78% of organizations reported using AI in 2024, up from 55% the year before. Research increasingly confirms AI's role in boosting productivity and reducing workforce skill gaps [15].

ROI from AI initiatives is instrumental in enhancing operational efficiency. AI-driven automation mitigates manual workload, expedites procedural execution, and minimizes human error, thereby yielding quantifiable productivity enhancements. Empirical studies report that organizations implementing AI for process automation can achieve productivity increases of up to 40%, which provides a strong reason to increase AI investments. Systematic tracking of AI ROI enables organizations to prioritize automation initiatives exhibiting maximal efficiency gains, consequently ensuring optimal resource utilization. Furthermore, a carefully designed AI ROI strategy helps build a lasting competitive advantage. Effective AI ROI measurement facilitates the identification of customer engagement patterns, the ability to accurately predict market trends and personalize products and services, which leads to a substantial competitive advantage [16].

Current trends indicate a broad integration of AI across business functions, with nearly 80% of organizations projected to implement AI in 2025. Despite widespread adoption, only 25% of AI initiatives deliver expected ROI, and a mere 16% scale successfully across enterprises. This disconnect underscores Peter Drucker's adage: *"If you can't measure it, you can't manage it."* The lack of effective performance metrics is a major barrier, leaving 75% of businesses failing to achieve positive returns on AI investments. Conversely, empirical evidence shows that systematic measurement is a critical success factor— demonstrating that a rigorous, data-driven strategy is key to converting AI investments into a lasting competitive advantage. This suggests that to convert AI investments into tangible value and a long-term competitive advantage, a careful systematic and methodical approach to quantifying its impact on business and finance is required. [10].

A comprehensive ROI analysis is crucial for justifying AI investments. This process involves thoroughly examining all associated costs—including implementation, training, and ongoing maintenance— and weighing them against

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

anticipated benefits, such as accelerated revenue growth, substantial cost savings, and demonstrably improved efficiency. Essential components also include establishing realistic timelines for realizing these returns and developing robust risk mitigation strategies to address potential challenges. Following this rigorous approach ensures financial responsibility and sets clear, actionable expectations for all stakeholders. [5].

AI's capacity to enhance ROI is multifaceted, impacting various industries by improving efficiency, reducing costs, increasing revenue, and refining decision-making. Cost reduction is driven by AI through the automation of repetitive tasks (for example, data entry, customer service, manufacturing), optimization of operational processes (such as, inventory, supply chains), and minimization of human error. This leads directly to lower operational expenditures, consequently increasing profit margins and accelerating ROI. For revenue generation, AI leverages personalized marketing via customer behavior analysis, enhancing conversion rates. It also improves sales forecasting through predictive analytics and facilitates upselling and cross-selling by identifying relevant product recommendations, all of which contribute to increased sales volumes. Improved decision-making is supported by AI's ability to analyze extensive datasets, uncovering trends, risks, and opportunities which are often too subtle for human analysis. AI enables real-time monitoring for immediate strategic adjustments and simulates diverse business scenarios to inform robust leadership choices, thereby mitigating risk and improving outcomes. Finally, AI significantly enhances the customer experience through 24/7 chatbot availability, scalable sentiment analysis of customer feedback, and accelerated response times, ultimately fostering customer satisfaction, loyalty, and repeat business, which positively impacts overall ROI.

The materialization of productivity dividend from AI is not anticipated in the immediate term. Based on the findings from Pandey, Gupta, and Chhaled (2021), the cumulative impact of AI is expected to grow at an accelerating rate over time; therefore, the full benefits of the initial investment may not be seen in the short term. Furthermore, the resulting benefits and returns on AI investments are projected to have heterogeneous distribution. If AI development and deployment methods are not managed effectively, this could exacerbate existing socio-economic disparities [9].

Measuring the ROI from AI initiatives is a multifaceted task, encompassing both tangible financial outcomes and subtle qualitative improvements. While traditional productivity metrics excel at capturing gains in the industrial sector where inputs and outputs are readily quantifiable, assessing the productivity of cognitive labor presents a unique challenge. Statisticians often value cognitive output proportionally to labor input, which effectively hides any potential for productivity growth.

For example, generative AI enables economists to produce more comprehensive analyses. However, this enhanced output does not directly translate into official Gross Domestic Product (GDP) statistics. While stakeholders gain access to deeper economic insights, and these analyses may facilitate more effective leveraging of AI's benefits by business leaders and policymakers, such productivity gains remain uncaptured in official economic figures. This phenomenon, where the benefits of increased cognitive output are not directly reflected in economic

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

statistics, leads to substantial under-measurement, or "silent productivity growth," across various cognitive professions [4].

To effectively measure the success of AI initiatives, organizations must adopt a comprehensive and strategic approach to performance metrics. Different types of metrics serve distinct purposes, and selecting the right ones depends on the specific goals, scope, and nature of each AI project. Financial metrics—such as cost savings, revenue uplift, and ROI ratios—capture tangible economic benefits. Operational metrics assess improvements in efficiency, error reduction, and the acceleration of processes. At the same time, strategic and qualitative indicators—like customer satisfaction, employee adoption, and enhanced decision-making—provide insight into broader organizational impact.

While traditional ROI calculations tend to emphasize direct financial returns, AI delivers additional strategic and operational value. Its influence touches multiple dimensions, including productivity, innovation, user experience, and agility. Therefore, a holistic evaluation of AI's business impact must go beyond conventional profit-based metrics to incorporate both quantitative and qualitative outcomes. By aligning these diverse metrics with clearly defined objectives and tracking them consistently throughout the AI lifecycle, organizations can not only manage performance more effectively but also maximize AI's long-term transformative potential [16].

To illustrate the diverse categories and specific examples of key metrics applicable to AI initiatives, refer to Figure 1 and Table 1:

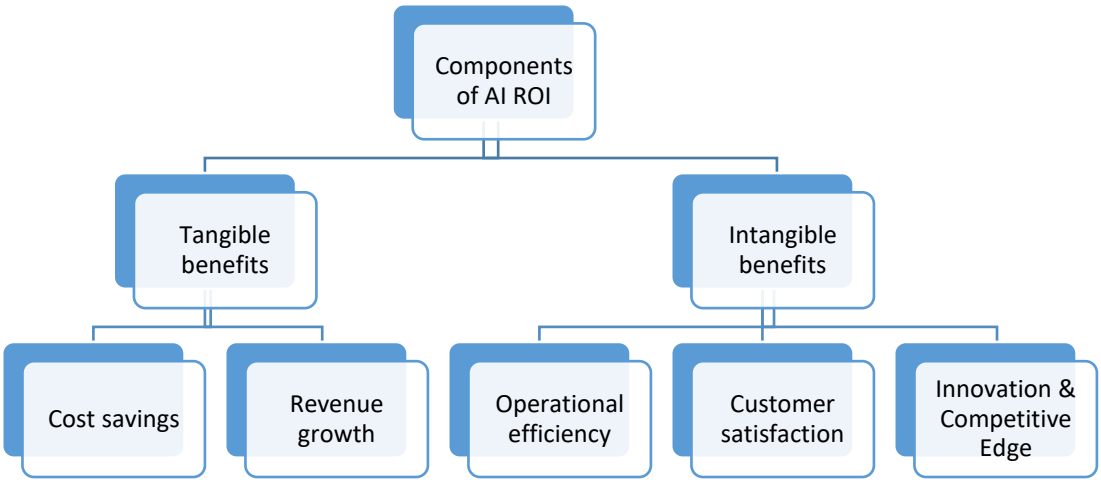


Fig. 1. The Components of AI ROI
Source: [16]

Figure 1 breaks down AI's ROI into measurable dimensions (efficiency, accuracy, financial impact), emphasizing the need to move beyond traditional financial metrics to include operational and strategic gains.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Table 1

Categorization of Key Metrics for AI Initiatives

Type of AI Metric	Description	Key Examples
Efficiency Metrics	Measure how AI streamlines operations, reduces time/resources, and automates tasks.	- Throughput (work processed per unit time) - Resource utilization rates - Reduction in manual intervention
Accuracy Metrics	Evaluate the correctness of AI outputs, especially in data processing and prediction tasks.	- Prediction accuracy (%) - Precision/recall (for classification) - False positive/negative rates
Performance Metrics	Assess the overall effectiveness and reliability of AI systems in real-world use.	- System uptime/availability - Response time/latency - Error rates - User satisfaction (for example, chatbot interactions)
Financial Impact Metrics	Quantify the economic benefits of AI, including ROI and revenue/cost impacts.	- Return on Investment (ROI) - Cost savings from automation - Revenue growth from AI-driven products/services - Profit Margin impact - Total Cost of Ownership (TCO)

Source: Developed by the author based on [3]

The strategic implementation of intelligent KPIs, particularly those enhanced by AI, extends beyond merely identifying new sources of value and competitive differentiation. Such advanced KPIs also serve as a crucial mechanism for preventing adverse outcomes that can stem from a failure to periodically reassess the fundamental assumptions underpinning traditional, or "legacy," KPI frameworks.

An illustration of this risk is evident in the 2008 global economic crisis. A contributing factor to this crisis was the overreliance of financial institutions on the "value at risk" (VaR) metric. At the time, VaR was a common metric used to measure potential portfolio losses under normal market conditions. The problem was that these institutions failed to update this metric, even as their portfolios became increasingly filled with riskier financial instruments like subprime mortgages and credit default swaps. As a result, they were guided by a metric that severely underestimated their potential losses—sometimes by a huge margin—leading many financial entities to go bankrupt or suffer massive losses.

Executive recognition of the transformative potential inherent in AI-enhanced Key Performance Indicators underscores the obsolescence of conventional KPI

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

design and review methodologies. Consequently, more and more organizations are creating robust governance frameworks to specifically manage KPI development. This approach ensures that performance data stays accurate, reliable, and relevant by building quality checks into the initial design of the KPIs, instead of adding them later. [12].

This strategic shift is illustrated by companies like Schneider Electric. The company is not only working to improve performance against existing metrics but is also investing in the refinement of the metrics themselves. This illustrates a growing industry trend: organizations are moving from accountability for performance on KPIs to accountability for the performance of KPIs. In a dynamic business environment, it is no longer enough to simply measure well—but ensure continued relevance and efficacy of metrics [13].

Reflecting this broader recognition that AI can radically enhance how performance is measured, monitored, and optimized across business functions. Based on a recent EY survey, more organizations are either buying ready-made AI tools or working with vendors to create custom solutions. Many are also forming strategic alliances with partners who already possess advanced AI capabilities (Diasio & Gusher, 2024) [6].

The impact of these varying investment levels on tangible business outcomes is evident, as shown in Figure 2:

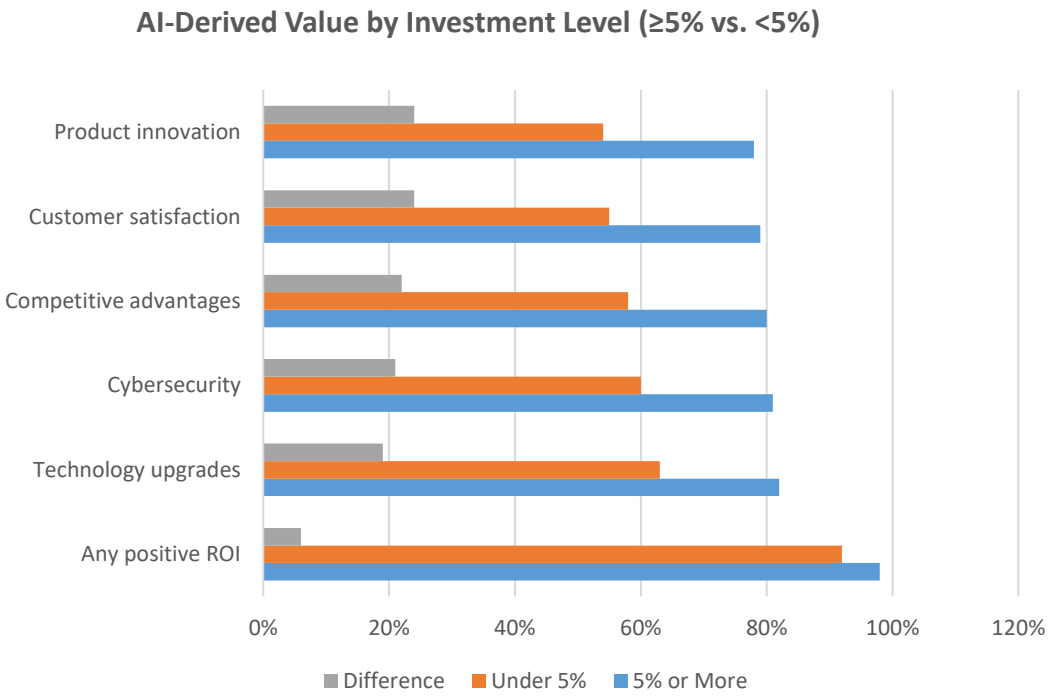


Fig. 2. AI-Derived Value Across Key Business Metrics (Stratified by Investment Level (≥5% vs. <5%))
Source: Developed by the author based on [6]

The figure shows that companies investing **5% or more** in AI solutions see significantly higher success rates compared to those investing **under 5%**. The biggest gaps are in **customer satisfaction** and **product innovation** (both +24%).

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Traditionally organizations use KPIs to benchmark progress, focusing on what is measured rather than how. However, dynamic economic conditions, evolving consumer expectations, and digital transformation necessitate a continuous re-evaluation of KPI definitions and measurement methodologies. A significant majority of managers (60%) recognize that enhancing KPIs themselves—both in terms of what and how they measure—is crucial for effective decision-making, with executives universally identifying AI-driven KPI improvement as an immediate enterprise priority.

Unlike conventional metrics reliant on static data and human interpretation, AI-driven KPIs deliver more accurate, granular, and forward-looking insights. This enhanced analytical capability enables better strategic alignment, increased operational efficiency, and stronger financial results—often outweighing the organizational costs of implementation (Table 2.) [6]:

Table 2

Essential KPIs for AI Projects, categorized by their focus area

Category	KPI	Description
Operational Efficiency	Process Times	Measures time reduction for tasks after AI automation.
	Error Rates	Tracks decline in human/AI errors (for example, data entry).
	Automation Levels	% of tasks automated by AI, freeing human resources.
Customer Satisfaction	Response Times	Speed of AI-assisted customer service interactions.
	Service Quality	Customer feedback scores or complaint rates post-AI implementation.
	Customer Retention Rates	Measures AI's impact on loyalty via personalized experiences.
Revenue Growth	New Leads Generated	Tracks AI-driven lead generation (such as, targeted campaigns).
	Upsell Rates	Increase in cross/up-selling due to AI recommendations.
	Contribution to Sales	% of total sales directly attributed to AI initiatives.

Source: Developed by the author based on [3].

AI-enriched KPI represent a major evolution beyond traditional metrics by enhancing descriptive, predictive, and prescriptive analytics. [12]

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Rather than simply tracking past performance, these “smart KPIs” deliver a deeper, more dynamic understanding of both current and historical trends. They also offer more accurate forecasts of future outcomes and generate actionable, data-driven recommendations to help organizations achieve their strategic goals. While conventional dashboards may rely on basic visual cues—such as red for underperformance and green for meeting targets—AI-powered KPIs go significantly further. They can provide context-aware insights, suggest next-best actions, and highlight potential ripple effects across other interdependent KPIs, enabling leaders to make faster, more informed decisions with a holistic view of business performance (Table 3) [11]:

Table 3

Types of Smart KPIs for AI-driven analytics

Type of KPI	Description	Benefits	Example
Smart Descriptive KPIs	Synthesize historical/current data to show what happened or is happening.	- Reveals performance gaps and root causes. - Enhances situational awareness.	Sanofi’s AI tool highlights interdependencies between KPIs for better insights.
Smart Predictive KPIs	Forecast future performance using leading indicators and AI-driven patterns.	- Identifies counterintuitive trends. - Enables preemptive risk/opportunity actions.	GE analyzes order pipelines vs. installed product base to predict revenue opportunities.
Smart Prescriptive KPIs	Recommend actions to optimize performance based on AI analysis.	- Suggests corrective measures. - Aligns cross-functional operations.	Sanofi’s AI adjusts sales priorities based on supply chain performance.

Source: [11].

A global survey conducted by MIT Sloan Management Review and Boston Consulting Group reveals a critical paradigm shift: companies should treat KPIs as valuable assets. This involves proactively determining which KPIs would benefit most from AI enrichment, particularly those poised to become predictive and forward-looking, thereby yielding higher-quality, actionable insights and recommendations. Furthermore, AI plays a pivotal role in enhancing KPI utility by enabling the creation of interconnected KPI "ensembles." AI can identify how different KPIs are connected, even if they are from separate functions like profit margins and market share. This ability helps to dismantle organizational silos, leading to better collaboration and improved cross-functional performance. Research indicates that AI-powered KPI

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

sharing leads to a fivefold increase in functional alignment and a threefold increase in agility and responsiveness. This highlights a critical lesson for leadership: KPIs should be treated as strategic assets with intrinsic value, rather than just as simple performance indicators. By strategically investing in the AI enrichment of these indicators, organizations can generate the predictive, forward-looking, and actionable insights necessary to drive superior decision-making across the enterprise [8].

Conclusion

Artificial intelligence represents a transformative force, yet its full economic potential remains hindered by a persistent "ROI disconnect" rooted in inadequate measurement. As this study has demonstrated, widespread AI adoption coexists with a significant failure to achieve expected returns, primarily due to an overreliance on outdated metrics and an inability to accurately attribute value.

To address this gap, organizations must fundamentally re-evaluate their approach to performance evaluation, transitioning from static metrics to dynamic, AI-enhanced KPIs. These "smart KPIs" leverage AI's analytical power to provide not only descriptive insights but also predictive foresight and actionable recommendations. This shift allows for a more holistic assessment of AI's value, capturing its impact on strategic objectives, operational efficiency, customer experience, and innovation, all of which often outweigh the direct costs of implementation. Implementing robust governance frameworks is therefore essential to ensure the integrity and relevance of these metrics, preventing the pitfalls associated with obsolete measurement paradigms.

The evidence underscores that strategic investment in AI, coupled with rigorous, data-driven measurement, is paramount for sustainable competitive advantage. Case studies and survey data confirm that AI generates substantial productivity gains and competitive benefits when implemented with clear objectives and proper evaluation systems. Companies that actively manage the performance of their KPIs are notably outperforming competitors.

Maximizing AI's transformative potential and navigating the complexities of the digital economy requires the proactive development of AI-enhanced KPIs. This is an immediate enterprise priority, as these sophisticated and flexible measurement systems are essential for aligning AI-driven outcomes with organizational goals, ensuring that every investment translates into measurable and strategic value.

This study, however, is not without limitations. Its reliance on survey data and industry reports may introduce a selection bias, likely over representing early AI adopters. Furthermore, isolating AI's impact on ROI remains challenging due to confounding factors like parallel digital transformations and cultural shifts. While case studies provide specific insights, their contextual nature limits broad applicability. To address these gaps, future research could employ longitudinal studies and controlled industry comparisons to provide a more comprehensive and accurate analysis of AI's economic impact.

References:

[1] Acemoglu, D., Autor, D., Hazell, J., & Restrepo, P. (2024). *The simple macroeconomics of AI* (Working Paper). MIT Economics. https://economics.mit.edu/sites/default/files/2024-04/The%20Simple%20Macroeconomics%20of%20AI.pdf

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[2] Boston Consulting Group. (2024, February 7). *AI-powered KPIs measure success better. They also redefine it*. https://www.bcg.com/publications/2024/how-ai-powered-kpis-measure-success-better
[3] Anchia, C. (2024, April 11). *Measuring success: Key metrics and KPIs for AI initiatives*. Acacia Advisors. https://chooseacacia.com/measuring-success-key-metrics-and-kpis-for-ai-initiatives/
[4] Baily, M. N., Rajan, S., & Reichert, E. (2023, May 10). *Machines of mind: The case for an AI-powered productivity boom*. Brookings Institution. https://www.brookings.edu/articles/machines-of-mind-the-case-for-an-ai-powered-productivity-boom/
[5] Cao, N. A. (2024, December 30). *AI business strategy 2025: Actionable guide to transform your success*. SmartDev. https://smartdev.com/propel-businesses-forward-harnessing-the-power-of-ai-driven-strategies/
[6] Diasio, D., & Gusher, T. (2025). *AI pulse survey report: AI investment boosts ROI, but leaders see new risks*. EY. https://www.ey.com/en_us/insights/emerging-technologies/quarterly-ai-survey
[7] Dizikes, P. (2024). *Daron Acemoglu: What do we know about the economics of AI?* MIT News. https://economics.mit.edu/news/daron-acemoglu-what-do-we-know-about-economics-ai
[8] Kiron, D., Schrage, M., & Collins, R. (2023, September 5). *Strategic alignment with AI and smart KPIs*. *MIT Sloan Management Review*. https://sloanreview.mit.edu/article/strategic-alignment-with-ai-and-smart-kpis/
[9] Pandey, S., Gupta, A., & Chhaled, P. (2021). *ROI of AI: Effectiveness and measurement*. *SSRN Electronic Journal*, *10*(5). https://doi.org/10.2139/ssrn.3858398
[10] Petersen, R. (2025, June 20). *10 ROI of AI case studies show results*. BarnRaisers, LLC. https://www.barnraisersllc.com/10-roi-of-ai-case-studies-show-results/
[11] PwC. (2025). *2025 AI business predictions*. https://www.pwc.com/us/en/tech-effect/ai-analytics/ai-predictions.html
[12] Schrage, M., Kiron, D., & Collins, R. (2024, February 12). *The future of strategic measurement: Enhancing KPIs with AI*. *MIT Sloan Management Review*. https://sloanreview.mit.edu/projects/the-future-of-strategic-measurement-enhancing-kpis-with-ai/
[13] Schneider Electric. (2020). *Schneider Electric plans to invest over $700 million in the U.S., supporting energy & AI sectors and job growth* [Press release]. https://www.se.com/us/en/about-us/newsroom/news/press-releases/schneider-electric-plans-to-invest-over-700-million-in-the-u-s-supporting-energy-ai-sectors-and-job-growth-67bdeb3ee4475a5955011b6a
[14] Stackpole, B. (2023, December 14). *Build better KPIs with artificial intelligence*. MIT Sloan School of Management. https://mitsloan.mit.edu/ideas-made-to-matter/build-better-kpis-artificial-intelligence
[15] Stanford University. (2025). *The 2025 AI index report*. Stanford Institute for Human-Centered AI. https://hai.stanford.edu/ai-index/2025-ai-index-report
[16] Thu, H. D. (2025, February 26). *AI return on investment (ROI): Unlocking the true value of artificial intelligence for your business*. SmartDev. https://smartdev.com/ai-return-on-investment-roi-unlocking-the-true-value-of-artificial-intelligence-for-your-business/

МЕТОДОЛОГІЧНІ ВИКЛИКИ ТА КОНЦЕПТУАЛЬНІ ПІДХОДИ ДО ВИМІРЮВАННЯ ВПЛИВУ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА ROI

Ліана Москалик
канд.екон.наук, доцент кафедри міжнародного економічного аналізу та фінансів
Львівський національний університет імені Івана Франка, Україна

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Анотація. *Дедалі більша інтеграція штучного інтелекту (ШІ) у бізнес-функції створює виклики у вимірюванні рентабельності інвестицій (ROI), оскільки традиційні метрики не відображають «приховане зростання продуктивності» за рахунок розумової праці. Це призводить до суттєвої недооцінки реального економічного впливу ШІ та підкреслює потребу в еволюції підходів до оцінки ефективності. Уроки минулих криз, як-от фінансовий колапс 2008 року, частково спричинений надмірною залежністю від застарілих метрик VaR, демонструють ризики статичних систем вимірювання та необхідність у динамічній і гнучкій оцінці ефективності.*

У даній роботі досліджується трансформаційний потенціал ШІ-керованих ключових показників ефективності (KPI). На відміну від звичайних метрик, керовані ШІ KPI метрики, виявляють нові джерела доданої вартості, покращують управління ризиками та підтримують прийняття стратегічних рішень. Дані галузевих досліджень свідчать, що рівень інвестицій у ШІ безпосередньо корелює з успіхом компаній: ті, які інвестують 5% або більше своїх бюджетів у ШІ, досягають значно кращих результатів, особливо у сфері задоволеності клієнтів та інновацій.

Це підкреслює необхідність постійного вдосконалення KPI та методологій їхнього визначення. ШІ-керовані показники є значним кроком уперед, оскільки вони не лише надають точні та детальні дані, але й прогностичні інсайти, що сприяють стратегічному узгодженню, підвищенню ефективності та фінансовим результатам. Завдяки здатності ШІ виявляти взаємозв'язки між різними метриками, створюючи так звані «ансамблі» KPI, він допомагає знаходити раніше неочевидні синергії та недовикористані можливості для покращення крос-функціональної діяльності. Таким чином, ШІ перетворює традиційні метрики на потужні інструменти описового, прогностичного та прескриптивного аналізу, забезпечуючи цілісне управління ефективністю бізнесу. Дослідження доходить висновку, що впровадження KPI, збагачених ШІ, є критично важливим для точної оцінки ROI, оптимізації результатів інвестицій та забезпечення довгострокової конкурентної переваги.

Ключові слова: *Штучний інтелект (ШІ), ефективність компаній, нематеріальні активи, ключові показники ефективності (KPI), продуктивність, рентабельність інвестицій (ROI), дохід.*

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.025

ДІАСПОРА ЯК ПРОВІДНИК УКРАЇНСЬКОЇ М'ЯКОЇ СИЛИ У СВІТІ

Ряса Артем Олександрович
аспірант
Інститут міжнародних відносин Київського університету імені Тараса Шевченка, Україна

Анотація. *У статті проаналізовано феномен української діаспори як важливого ресурсу м'якої сили України в умовах гібридної війни та глобальної інформаційної боротьби. Розкрито історичні етапи формування діаспорної спільноти, її географічне охоплення, культурну, інформаційну, політичну та гуманітарну активність. Окреслено ключові напрями впливу закордонних українців на формування позитивного іміджу держави, мобілізацію міжнародної підтримки, розвиток культурної дипломатії та просування українських інтересів за кордоном. Акцентовано увагу на недооціненості потенціалу діаспори в державній політиці та запропоновано шляхи його інституалізації в системі гуманітарної та зовнішньополітичної стратегії України. Підкреслюється необхідність розроблення комплексної державної стратегії співпраці з діаспорою як потужним чинником міжнародного впливу.*

Ключові слова: *українська діаспора, м'яка сила, культурна дипломатія, зовнішня політика, інформаційний вплив, гуманітарна стратегія, імідж України, міжнародна підтримка, закордонні українці, гібридна війна.*

Постановка проблеми. В умовах гібридної війни, яка включає як військові дії, так і інформаційні атаки, особливої ваги набуває поняття м'якої сили – здатності держави досягати своїх зовнішньополітичних цілей шляхом культурного, інформаційного та гуманітарного впливу. Україна, що вже понад десятиліття перебуває у стані збройного конфлікту з Росією, гостро потребує зміцнення свого міжнародного авторитету, формування позитивного іміджу та залучення підтримки з боку світової спільноти.

Одним із малодосліджених, але вкрай потужних інструментів реалізації м'якої сили України є українська діаспора – мільйони українців і нащадків українців, які проживають за межами держави, зберігаючи при цьому національну ідентичність, культурну пам'ять і прагнення до збереження зв'язку з історичною Батьківщиною [5].

Сьогодні діаспора не лише виконує функцію культурного мосту між Україною і світом, а й активно впливає на громадську думку, лобіює інтереси України у владних структурах іноземних держав, формує інформаційний фронт проти агресора. Проте потенціал цієї спільноти досі не використовується повною мірою в межах державної політики, що обумовлює потребу в системному аналізі її ролі як провідника м'якої сили.

Аналіз досліджень та публікацій. Проблематика м'якої сили як інструменту зовнішньої політики була ґрунтовно розроблена в працях американського

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

політолога Джозефа Ная. Його концепція базується на ідеї, що держави можуть впливати на поведінку інших акторів не тільки силою або економічним тиском, а й через привабливість своєї культури, політичних цінностей та зовнішньої політики. У цьому контексті м'яка сила базується на трьох основних джерелах: культура, політичні ідеї та зовнішньополітична легітимність.

Щодо української діаспори, у вітчизняному науковому дискурсі вона розглядається переважно крізь призму історії еміграції (Р. Кухаренко [2], В. Макар [3]), збереження національної ідентичності за кордоном (М. Трофименко [7], С. Плохій [6]), діяльності громадських і релігійних організацій, зокрема в умовах глобалізації (О. Коляда, А. Райчева [1]). Світовий конгрес українців, Конґрес українців Канади, Об'єднання українців у Польщі та інші структури часто згадуються як носії культурної традиції й посередники між Україною та закордонним середовищем.

Однак цілісне вивчення діаспори як чинника м'якої сили, з урахуванням її здатності здійснювати вплив на уряди, медіа, академічні інституції та міжнародні організації, ще не стало предметом системного дослідження. Саме тому питання потребує міждисциплінарного підходу, що поєднує елементи політичної науки, культурології, міжнародних відносин і комунікації.

Мета роботи. Метою цієї роботи є комплексне дослідження української діаспори як суб'єкта м'якої сили України, виявлення основних напрямів її впливу на міжнародну спільноту та формулювання пропозицій щодо оптимізації державної політики в цьому напрямі.

Виклад основного матеріалу. Українська діаспора – це багатомільйонна спільнота українців та осіб українського походження, які з різних причин опинилися за межами історичної батьківщини, але не втратили зв'язку з нею, зберігають ідентичність, культурну спадщину, мову, духовні цінності. У сучасному глобалізованому світі, де м'яка сила дедалі більше визначає вплив держав у міжнародному просторі, українська діаспора є унікальним стратегічним ресурсом, що дозволяє Україні посилити свій міжнародний авторитет, сформувати позитивний імідж, розширити геополітичну присутність та отримати підтримку на глобальному рівні [9].

За даними Світового конґресу українців, за межами України нині мешкає від 12 до 20 мільйонів осіб, які так чи інакше пов'язують себе з українським походженням. Їхня присутність охоплює всі континенти: від Північної та Південної Америки до Австралії та країн Азії. Найбільші й найорганізованіші громади розташовані в Канаді (близько 1,4 млн осіб), США (понад 1 млн), Польщі (до 1,5 млн, з урахуванням новітньої міграції), Німеччині, Великій Британії, Італії, Португалії, Іспанії, Франції, Чехії, Бразилії та Аргентині. Проте навіть у тих державах, де чисельність українців відносно невелика, вони нерідко демонструють високу організованість, згуртованість і вагомий суспільний вплив [3].

Формування діаспори було зумовлене різними історичними, політичними, економічними та безпековими чинниками. Перша велика хвиля еміграції розпочалася наприкінці XIX століття – передусім із Західної України, яка тоді входила до складу Австро–Угорщини. Селяни з Галичини, Буковини та Закарпаття масово виїжджали до Канади, США, Бразилії, Аргентини в пошуках

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

кращого життя [1]. Друга хвиля пов'язана з політичними потрясіннями – революціями, війнами, сталінськими репресіями. Після Другої світової війни десятки тисяч українців опинилися в таборах для переміщених осіб у Німеччині, Австрії, Італії, а згодом емігрували до Західної Європи, США, Канади, Австралії. Третя хвиля – трудова міграція кінця XX – початку XXI ст., пов'язана з економічною кризою 1990–х років, безробіттям та нестабільністю після розпаду СРСР. Нарешті, четверта, найтрагічніша хвиля – це міграція, спричинена війною, яка почалась у 2014 році й значно активізувалася після повномасштабного вторгнення Росії в Україну у 2022 році [6].

Ці хвилі сформували багаторівневу структуру діаспори – з досвідом, традиціями, культурною пам'яттю, інституційною базою. Важливо, що попри покоління ві та часові відмінності, ці спільноти об'єднує любов до України, бажання зберігати мову, культуру, допомагати співвітчизникам. Саме це робить діаспору надійною опорою у зовнішній політиці держави.

З початку повномасштабної збройної агресії Росії проти України у 2022 році, світ став свідком безпрецедентної активізації українських громад у всіх куточках планети [4]. Мільйони українців за кордоном перетворились на інформаційних воїнів, громадських активістів, дипломатів, волонтерів, журналістів, аналітиків, донорів. Сотні тисяч долучились до мітингів, демонстрацій, благодійних акцій, виставок, петицій, спрямованих на підтримку України. У Лондоні, Вашингтоні, Берліні, Парижі, Торонто, Римі, Варшаві – всюди, де є українці, розгорнулися масові кампанії солідарності, які викликали значний резонанс у місцевих громадах і на політичному рівні [6].

Важливо, що ця активність не є хаотичною. У багатьох країнах діють потужні координаційні центри, діаспорні штаби, гуманітарні фонди, які співпрацюють із українськими посольствами, волонтерськими організаціями, благодійними фондами, урядами, міжнародними організаціями.

Одним із найпотужніших інструментів м'якої сили є культурна дипломатія. Українська діаспора системно популяризує українську мову, мистецтво, фольклор, традиції, народні ремесла. У Канаді, США, Польщі діють десятки українських музеїв, фольклорних ансамблів, оркестрів, шкіл. Щорічно проводяться фестивалі – зокрема, «Bloor West Village Ukrainian Festival» у Торонто, «Ukrainian Days» у Чикаго, українські дні у Варшаві, Відні, Лісабоні, Мюнхені. Ці заходи – не лише про свята, вони створюють можливість інтегрувати український культурний код у західний контекст, пояснити його унікальність, розвіяти міфи про Україну як «молодшу сестру» Росії [5].

Крім того, українські письменники, художники, музиканти, які опинились за кордоном через війну, стали культурними амбасадорами – серед них Сергій Жадан, Оксана Забужко, Руслана Лижичко, гурт DakhaBrakha, ONUKA, Balaklava Blues. Їх виступи, тексти, лекції стали формами культурного спротиву.

Діаспора активно присутня у медіапросторі. Завдяки володінню мовами країни перебування та розумінню контексту, українці за кордоном ефективно доносять об'єктивну інформацію про події в Україні. Особливу роль відіграють блоги, сторінки у соцмережах, міжнародні медіа. Представники діаспори співпрацюють з журналістами, організовують пресконференції, інтерв'ю, інформаційні кампанії, створюють відеоролики, пояснювальні матеріали [2].

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Так, у Франції, Бельгії, Іспанії, Нідерландах українські журналісти–емігранти створили незалежні медіа, що публікують правдиву інформацію про війну, гуманітарну ситуацію, дипломатичні зусилля. Багато активістів співпрацюють із локальними політиками, пояснюючи їм суть конфлікту.

На політичному рівні українська діаспора є важливим чинником формування зовнішньої політики щодо України. Через активну роботу організацій, таких як Світовий конгрес українців (СКУ), діаспора веде цілеспрямоване лобіювання законодавчих ініціатив, просуває питання санкцій проти РФ, визнання Голодомору як геноциду, підтримку військової допомоги, статусу України як кандидата в ЄС [3].

Діаспорні лідери – це часто впливові особистості у своїх країнах: вони є депутатами, мерами, науковцями, експертами, підприємцями, що дозволяє їм транслювати українські інтереси на високому рівні. Їхній голос почутий у парламентах, ЗМІ, міжнародних організаціях.

У найтрагічніші моменти новітньої історії саме діаспора стала потужним джерелом гуманітарної допомоги. У перші дні вторгнення українці за кордоном організовували центри збору допомоги, купували генератори, бронежилети, карети швидкої допомоги, будували реабілітаційні центри, закуповували медикаменти. Тисячі українців надають житло біженцям, допомагають адаптуватися у нових суспільствах, знайти роботу, освіту, психологічну підтримку [8].

У Канаді, наприклад, уряд спільно з діаспорою запровадив спеціальну програму CUAET (Canada–Ukraine Authorization for Emergency Travel), яка дозволила десяткам тисяч українців знайти тимчасовий прихисток. Подібні ініціативи підтримуються також у Польщі, Чехії, Німеччині, Італії, Португалії [7].

Висновки та пропозиції. Підсумовуючи викладене, можна стверджувати, що українська діаспора є справжнім амбасадором України у світі. Вона не просто зберігає пам'ять про національне походження, а й активно впливає на формування міжнародного дискурсу про Україну, розширює поле культурної присутності держави, мобілізує громадянські ініціативи та політичні рішення на її підтримку. Її діяльність несе чітко виражену м'яку силу – силу переконання, гуманітарної солідарності, культурної привабливості та інформаційного впливу. Саме завдяки діаспорі Україна значною мірою змогла утримати світову увагу до війни, отримати безпрецедентний рівень підтримки, а також продемонструвати світу свою єдність, гідність і волю до свободи.

Однак, попри всю ефективність діяльності діаспори, її потенціал як ресурсу м'якої сили використовується ще не повною мірою. В українській державній політиці досі не сформовано комплексного підходу до співпраці з діаспорою як елементом національної безпеки, зовнішньої політики та гуманітарної стратегії. У зв'язку з цим доцільно запропонувати низку практичних кроків, спрямованих на інституалізацію та посилення ролі діаспори в контексті м'якої сили:

Необхідно розробити та ухвалити державну стратегію взаємодії з українською діаспорою, яка включатиме цільові програми підтримки культурних, інформаційних, освітніх та політичних ініціатив закордонних українців.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Варто створити координаційний орган (наприклад, при МЗС або Президенті України), що опікуватиметься питаннями комунікації з діаспорою, сприяння в реалізації міжнародних проєктів, інтеграції її зусиль у загальнодержавну гуманітарну політику.

Потрібно інвестувати в створення та розвиток українських культурних центрів за кордоном, що функціонуватимуть як платформи м'якої сили, місця презентації України для іноземної аудиторії, просування українських мистецьких ідей, мови, історії, туризму.

Необхідно розширити співпрацю з діаспорними ЗМІ та ініціативами у сфері нових медіа, включаючи спільні кампанії, англомовні відеопроєкти, серії інтерв'ю з відомими українцями за кордоном, програми для YouTube, TikTok, Instagram та ін.

Потрібно запровадити державну програму підтримки українських шкіл і освітніх ініціатив у діаспорі, зокрема забезпечити підручниками, навчальними матеріалами, онлайн–курсами з української мови та історії для молодого покоління емігрантів.

Таким чином, українська діаспора є не лише історичним явищем, а й живим механізмом, що продукує м'яку силу України в глобальному вимірі. Її включення до системи державної політики не тільки посилить імідж України за кордоном, а й сприятиме формуванню сильної, модерної, згуртованої світової української спільноти, здатної реалізувати стратегію культурного та гуманітарного впливу на міжнародному рівні.

Список використаних джерел:

[1] Коляда О.В., Райчева А.А. (2018). Українська діаспора як чинник поглиблення зовнішньоекономічних відносин країни. Економіка і суспільство. Випуск 15. URL: http://economyandsociety.in.ua/journal/15_ukr/6.pdf.
[2] Кухаренко Р.О. (2015). Українці в країнах світу. Міграція. № 157. С. 13–14.
[3] Макар В. (2024). Діаспора як інструмент публічної дипломатії України. Вісник Прикарпатського університету. Серія: Політологія. Випуск 18. С. 219–231.
[4] Макар В. (2024). До питання про біженців з України внаслідок повномасштабної агресії РФ. [w:] Ukraińcy i ich sąsiedzi na przestrzeni wieków: polityka, gospodarka, religia, kultura i życie codzienne. T. IV. Ukraińskie Towarzystwo Historyczne w Polsce. Słupsk – Warszawa, s. 361–379
[5] Озтурк І. (2025). Світовий рейтинг «м'якої сили»: хто у лідерах та на якій сходинці Україна. URL: https://glavcom.ua/world/world–politics/svitovij–indeks–mjakoji–sili–2025–khto–u–liderakh–ta–na–jakij–pozitsiji–ukrajina–1045993.html
[6] Плохій С. (2023). Російсько–українська війна. Повернення історії. Харків: КСД, 400 с.
[7] Трофименко М. (2019). Діаспора як об'єкт та суб'єкт публічної дипломатії. Міжнародні відносини: історичні етапи, процеси, виклики. Історико–політичні проблеми сучасного світу: Збірник наукових статей. №39. С. 92–101.
[8] Трофименко М. (2024). Публічна дипломатія в умовах глобалізації. Київ, 632 с.
[9] Україна увійшла у 20 найвпливовіших країн світу за рейтингом м'якої сили. URL: https://mfa.gov.ua/news/ukrayina–uvijshla–u–20–najvplivovishih–krayin–svitu–za–rejtingom–myakoyi–sili

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

DIASPORA AS A CONDUCTOR OF UKRAINIAN SOFT POWER IN THE WORLD

Artem Riasa
postgraduate student
Institute of International Relations, Taras Shevchenko University of Kyiv, Ukraine

Summary. *The article analyzes the phenomenon of the Ukrainian diaspora as an important resource of Ukraine's soft power in the context of hybrid warfare and global information confrontation. It explores the historical stages of the diaspora community's formation, its geographic reach, and its cultural, informational, political, and humanitarian activities. The key areas of influence of Ukrainians abroad are outlined, including the shaping of a positive image of the state, mobilization of international support, development of cultural diplomacy, and promotion of Ukrainian interests abroad. The article highlights the underestimation of the diaspora's potential in national policy and proposes ways to institutionalize it within Ukraine's humanitarian and foreign policy strategy. Emphasis is placed on the need to develop a comprehensive national strategy for cooperation with the diaspora as a powerful factor of international influence.*
Keywords: *Ukrainian diaspora, soft power, cultural diplomacy, foreign policy, informational influence, humanitarian strategy, image of Ukraine, international support, Ukrainians abroad, hybrid warfare.*

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.026

РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОГРАМ КОМПЛЕКСНОГО ВІДНОВЛЕННЯ ТЕРИТОРІЙ ПОСТРАЖДАЛИХ РЕГІОНІВ В КОНТЕКСТІ ЇХ РОЗМІНУВАННЯ

Ляшенко Павло Андрійович
канд.екон.наук, науковий співробітник
Державна установа "Інститут економіко-правових досліджень імені В.К. Мамутова Національної академії наук України", Україна

Анотація. *В статті висвітлено особливості оцінювання загального стану реалізації програм комплексного відновлення територій локального рівня управління у контексті їх розмінування на прикладі постраждалих територій в Київській та Харківській областях. Визначено, що розроблені Програми не передбачають обов'язковість їх моніторингу або оцінки виконання. А заходи з розмінування активно моніторяться органами місцевого самоврядування. Оцінювання результатів гуманітарного розмінування здійснюється державними установами на рівні країни. Аргументовано, що чек-листи територіальних громад можуть бути альтернативою Програмам комплексного відновлення території в частині їх розмінування.*
Ключові слова: *програма комплексного відновлення, території, розмінування, оцінка.*

Через повномасштабне вторгнення РФ в Україну в 2022 році була прийнята Постанова КМУ Про затвердження Порядку розроблення, проведення громадського обговорення, погодження програм комплексного відновлення області, території територіальної громади (її частини) та внесення змін до них, які визначають основні просторові, містобудівні та соціально-економічні пріоритети політики відновлення і включає в себе комплекс заходів для забезпечення відновлення території громади, що постраждала внаслідок збройної агресії проти України [6].

Розробка та реалізація програм комплексного відновлення регіонів України передбачає виконання плану або комплексу заходів задля безпечного життя мешканців регіону та забезпечення їх нагальних потреб, визначення основних просторових та соціально-економічних пріоритетів і комплексу пріоритетних заходів для забезпечення відновлення територій і населених пунктів області, які постраждали внаслідок бойових дій, диверсій, а також є місцями концентрації соціально економічних, інфраструктурних, екологічних та інших кризових явищ.

Оцінювання ефективності реалізація програм комплексного відновлення території територіальної громади (її частини) зазвичай проводиться за допомогою відповідного моніторингу, проте механізми його здійснення не визначені законодавством України. Тому перед науковцями постає питання

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

визначити контент такої процедури – моніторингу програм комплексного відновлення території територіальної громади (її частини), особливо в контексті їх розмінування. Тому, що гуманітарне розмінування територій це першочергове завдання відновлення розвитку регіонів та територіальної громади після деокупації.

Метою статті є висвітлення результатів оцінювання загального стану реалізації програм комплексного відновлення територій локального рівня управління у контексті їх розмінування.

Проблематику комплексного відновлення території громад та регіонів, в контексті методичних аспекту, досліджували фахівці БФ "Право на захист" [1]. Але методику проведення моніторингу або оцінки не визначають. Політико-правовий вимір Програми комплексного відновлення територій в умовах російсько-української війни досліджує Козир С.В. [8]. До цього процесу активно залучились міжнародні донори ПРООН, U-LEAD, USAID DOBRE тощо. Однак цей процес - розробки та реалізації Програм комплексного відновлення території громад та регіонів, не отримав масштабування, через складність розробки та відсутність доступу до відкритих публічний даних в умовах воєнного стану. Деякі регіони та територіальні громади це зробили.

Літом 2024 року стартувала програма підтримки «Розробка програми комплексного відновлення території громади». У рамках програми 10 громад із 8 областей працюватимуть разом із експертами U-LEAD над розробкою програм комплексного відновлення. Мова йшла про Ратнівську громаду з Волинської області, Великодимерську та Димерську з Київщини, Буринську із Сумщини, Вільнянську із Запорізької області, Шепетівську з Хмельниччини, Томаківську та Солонянську з Дніпропетровщини, Бурштинську громаду з Івано-Франківської області та Стрийську громаду із Львівщини, рис.1.

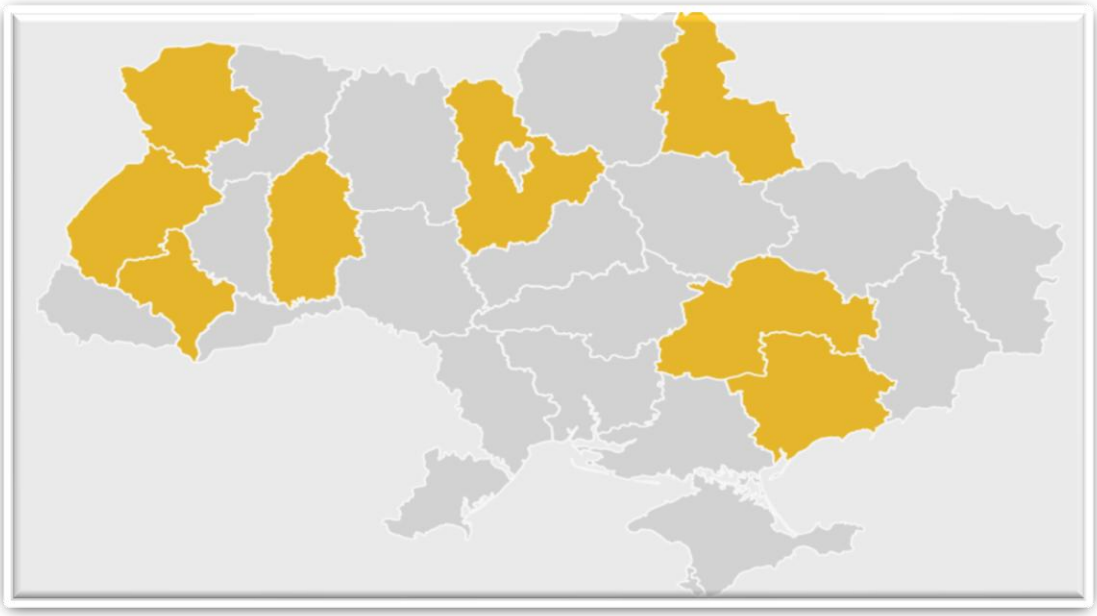


Рис. 1 Мапа територіальних громад, які працюватимуть разом із експертами U-LEAD над розробкою програм комплексного відновлення
Джерело: [3]

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Громади представляють три різні групи:

1. Деокуповані громади, на території яких відбувались бойові дії.
2. Громади на кордоні з Республікою Білорусь, які потребують будівництва фортифікаційних споруд, мінування кордону тощо.
3. Тилові громади, які зіштовхуються із обстрілами об'єктів військового значення та критичної інфраструктури, значною кількістю ВПО та релокованим бізнесом [3].

Проте, станом на 01.018. 2025 року ці програми не розроблено.

В контексті розмінування територій, всі територіальні програми та регіони, які входять до реєстру територій забруднених/імовірно забруднених вибухонебезпечними предметами повинні мати Програми комплексного відновлення території територіальної громади (її частини), відповідну до чинного законодавства, які мають встановлену структуру і які обов'язково мають містити розділ з інформацією щодо необхідності підготовки території (зокрема, здійснення розмінування, демонтажу зруйнова них будівель та споруд, рекультивації земель) [6].

Програма комплексного відновлення території Київської області на 2023-2027 роки розроблена департаментом містобудування та архітектури Київської обласної державної адміністрації (Київської обласної військової адміністрації) спільно із структурними підрозділами та за участю органів місцевого самоврядування, територіальних підрозділів міністерств, інших центральних органів виконавчої влади та області в умовах дії правового режиму воєнного стану в Україні, введеного з 24 лютого 2022 року через військову агресію російської федерації. Програма базується на аналізі основних просторових, містобудівних та соціально-економічних показників Київської області за попередні роки та ситуації у 2022 - 2023 роках з урахуванням наслідків впливу збройної агресії російської федерації [7]. Підрозділ 1.6 містить інформацію щодо необхідності підготовки території (у тому числі здійснення розмінування, демонтажу зруйнованих будівель та споруд).

Програмою перебачено, що в області проводиться робота щодо здійснення розмінування територій. Загальна площа, яка потребує обстеження, за попередніми розрахунками становить 745 тис га з яких обстежено 38 тис. га. Площа першочергового розмінування - 14 тис. га, яка на даний час включає в себе лише сільськогосподарські землі. Нетехнічне обстеження сертифікованими операторами проведено у Бучанському, Броварському та Вишгородському районах на 359 ділянка. За оперативними даними, площа ідентифікованих небезпечних територій – більше 17 тис. гектар. Разом з тим, у 2023 році в області продовжувалась робота, спрямована на здійснення розмінювання. Починаючи з 24 лютого 2022 року знешкоджено – 209 237 вибухонебезпечних предметів, обстежено об'єктів – 4 690, доріг – 2398,42 км, залізничних колій – 172,54 км, ліній електропередач – 1504,84. У зв'язку з тим, що на території Київської області тривали бойові дії пошкоджено 26 528 тисяч об'єктів житлової, транспортної та соціальної інфраструктури, загальні завдані збитки складають 114,3 млрд грн. Тому пріоритетним завданням є створення безпечного середовища для населення Київської області шляхом мінімізації соціального, економічного та екологічного впливу вибухонебезпечних предметів на життя та діяльність людей.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

За попередніми розрахунками, у Київській області територія тільки сільськогосподарських земель, що потребує обстеження (розмінування), складає понад 10 тис. га. Враховуючи середню вартість розмінування, за світовими стандартами в 5-7 дол. США за кв. м, потреба в коштах для розмінування Київської області може сягнути мільярдів гривень. 75 За різними прогнозами повне розмінування Київської області триватиме від 30 до 70 років. Враховуючи нагальну потребу у розмінуванні території, пропонуємо включити до Програми новий напрям «Організація та забезпечення виконання заходів, які спрямовані на зменшення соціального, економічного та екологічного впливу вибухонебезпечних предметів на життя та діяльність населення Київської області» та передбачити його фінансування із обласного бюджету у сумі 100 млн грн, і місцевих бюджетів, інших джерел не заборонених законодавством – у сумі 100 млн грн.[7]

Програма комплексного відновлення території Харківської міської територіальної громади містить розділ 7 - інформація щодо необхідності підготовки території (зокрема здійснення розмінування, демонтажу зруйнованих будівель та споруд, рекультивації земель) [12]. В якій зазначено, що На деяких територіях міста Харкова перед виконанням робіт з відновлення необхідно здійснити заходи з розмінування. Заходи з розмінування здійснюються відповідно до Тимчасового порядку залучення підрозділів з розмінування та операторів протимінної діяльності до виконання робіт з виявлення, знешкодження та знищення вибухонебезпечних предметів, затвердженого Харківською обласною військовою адміністрацією. У зв'язку з обстрілами зафіксовані випадки виявлення снарядів, що не розірвалися. За даними випадками залучаються працівники ДСНС. Обстеження багатоквартирних житлових будинків та їх прибудинкових територій, за адресами яких було зафіксовано пряме влучання вибухових пристроїв, виконано. Обстеження території приватного сектору проводилось невідкладно після обстрілів, додаткові обстеження приватних домоволодінь можливі відповідно до письмової заяви власника будинку до ГУ ДСНС України у Харківській області. Проведено обстеження території вздовж трамвайної колії по просп. Героїв Харкова від вул. Свистуна до РК «Південно-Східне». Частково обстежена та потребує дообстеження територія КП «Салтівське трамвайне депо» (просп. Тракторобудівників, 109). У межах Індустріального району м. Харкова проведено перевірку на мінну та вибухову безпеку території, що обмежена вул. Свистуна, вул. Вільхівською, просп. Героїв Харкова та Окружною дорогою, території автостанції приміських автобусів № 6 «Заводська» (біля станції метро «Індустріальна») та прилеглої до автостанції території. Обстежена територія поблизу Харківського плиткового заводу. 111 У межах Холодногірського району м. Харкова потребує обстеження та, у разі необхідності, розмінування територія поблизу річки Лопань мікрорайону Сортувальний. Координацію заходів з обстеження та розмінування території Харківської області здійснює Харківська обласна військова адміністрація. Після деокупації території Харківської області ймовірно забрудненою вибухонебезпечними предметами вважається територія площею близько 1 256 тис. га, лісових масивів – 170 тис. га. З початку військової агресії станом на

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

10.01.2024 на території Харківської області поведено: розмінування території – 8,8 тис. га, сільгоспугідь – майже 2 тис. га; обстеження ділянок автодоріг – 1,2 тис. км, залізничних колій – 206,8 км, ліній електропередачі 3,4 тис. км, газопроводів – 319 км, водогонів – 25,6 км, об'єктів – 1,2 тис. Знищено 152,8 тис. од. вибухонебезпечних предметів.

Отже, наведені приклади свідчить, що розроблені Програми комплексного відновлення територій постраждалих регіонів не передбачають обов'язковість їх моніторингу або оцінки виконання, зокрема у контексті їх розмінування. Тому оцінити загальний стан реалізації програм комплексного відновлення територій локального рівня управління у контексті їх розмінування дуже складно через відсутність таких Програм у всіх постраждалих регіонів (територіальних громад) або відсутність моніторингу (оцінювання) їх виконання.

Однак, заходи з розмінування активно проводяться та висвітлюються на сайтах органів місцевого самоврядування, наприклад: про здійснення заходів з гуманітарного розмінування повідомляє Димерська селищна територіальна громада [5]; про цьогорічний прийом заявок від фермерів на участь в програмі компенсації вартості розмінування агроземель повідомляє Великодимерська селищна рада [2]; про результати розмінування в травні 2025 року (сотні очищених гектарів, сто операторів та перший вітчизняний важкий дистанційний комплекс розмінування) повідомляє Київська військова обласна адміністрація [7] тощо.

Проте основна інформація з оцінки загального стану розмінування подається на Національній платформі протимінної діяльності [10]. На рис. 2 представлено інформацію щодо результатів розмінування територій України станом на 01.07. 2025 року. Також зауважено, що буде створена нова архітектура системи протимінної діяльності, яка запропонована Інститутом Тоні Блера, який презентував Білу книгу. І має бути створена координаційна рада з протимінної діяльності за участі профільного заступника Міністра економіки.

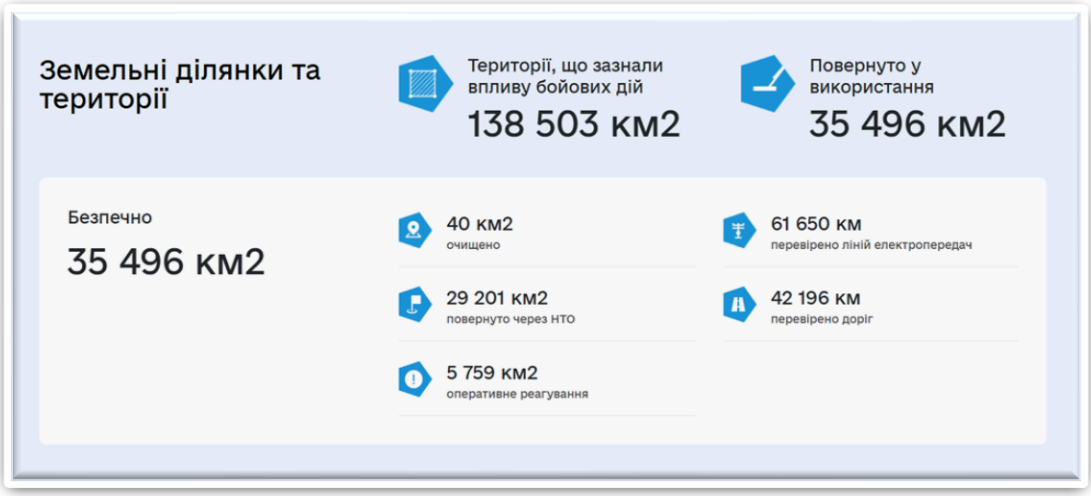


Рис. 2 Інформація щодо результатів розмінування територій України станом на 01.07. 2025 року

Джерело: [10]

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Центр протимінної діяльності також проводить моніторингу (оцінку) результатів розмінування територій, здійснює планування, організацію та координацію протимінної діяльності, інформування населення, а також проводить навчання та сертифікацію операторів протимінної діяльності [13].

На рис. 3 представлено результати нетехнічного та технічного обстеження у середньому за тиждень у 2025 року. У роботі задіяно 324 груп розмінування, 2568 працівників та обстежено 321,50 га територій.

Заслуговує на уваги з точки зору необхідності розробки та реалізації Програм комплексного відновлення територій постраждалих регіонів, в частині їх розмінування, мапа територій, на яких має бути виконані заходи з проведення гуманітарного розмінування, рис. 4 [13].

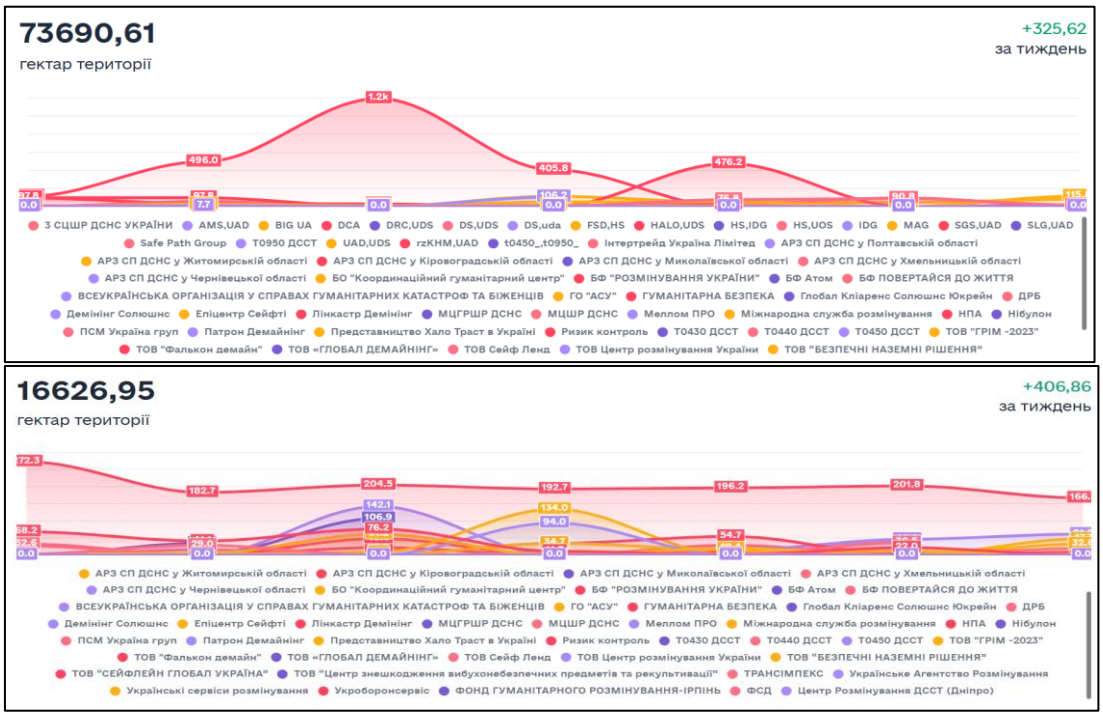


Рис. 3 Результати нетехнічного та технічного обстеження у середньому за тиждень у 2025 року

Джерело: [13]

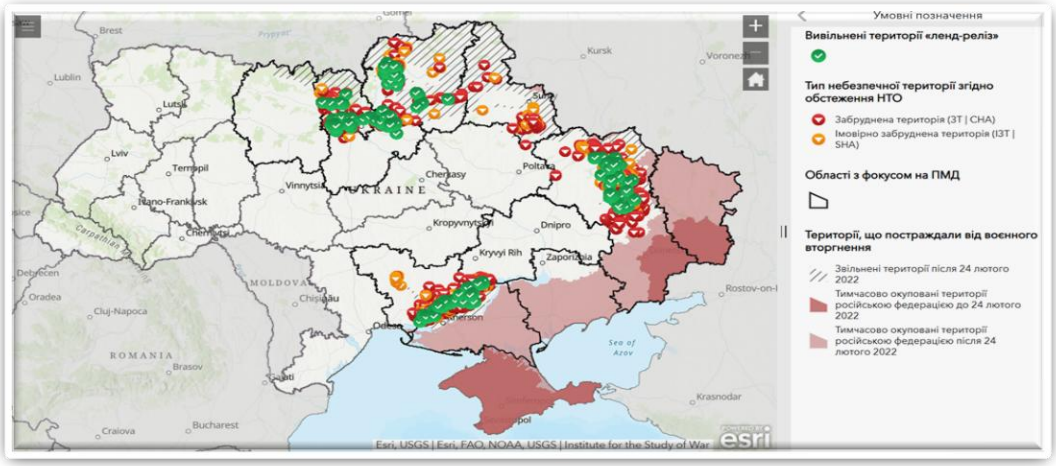


Рис. 4 Мапа виконання заходів з гуманітарного розмінування

Джерело: [13]

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Загалом, станом на 01.07.2025 року було розміновано: 3679,59 залізниць (км), 9670,33 доріг (км), 10082,93 електромереж (км), 894,48 трубопроводів (км), 384667,35 с/г земель (га), 565,71 лісів (га), 11097,36 водойм (га), 271,68 критичної інфраструктури (га), 650,57 земель житлового призначення (га).

Відповідно до Концепції системи пріоритезації [10], яка розроблена Мінекономіки спільно із Центром гуманітарного розмінування за підтримки Програми розвитку ООН для визначення черговості розмінування ділянок пропонується використання коефіцієнтів економічного, соціального, екологічного потенціалу, а також безпековий коефіцієнт, який буде ключовим. Сам ступінь пріоритетності визначатиметься за наступною формулою:

$$P = K_{соц} + (K_{економ} * K_{еколог}) / K_{безпек}.$$

Головними перевагами системи пріоритезації є прозорість обрахунків і те, що присвоєння статусу ділянок здійснюється виключно на основі зібраних даних, а самі дані обробляються дуже швидко.

Затверджені Методичні рекомендації щодо визначення пріоритизації забруднених територій вибухонебезпечними предметами, що підлягають гуманітарному розмінуванню [9] дозволили територіальним громадам (наприклад Широківської селищної ради) розробити чек-листи щодо пріоритизації виконання робіт з гуманітарного розмінування забруднених територій вибухонебезпечними предметами, що підлягають гуманітарному розмінуванню у 2025 році. Такі чек- листа можуть бути альтернативою Програм комплексного відновлення території в частині розмінування, бо містить кількісні показники, які можна буде потім оцінити.

Таким чином, на основі проведеного аналізу можна дійти кількох ключових висновків щодо реалізації програм комплексного відновлення територій постраждалих регіонів України у контексті їх розмінування.

По-перше, незважаючи на затверджений нормативний механізм розробки програм комплексного відновлення територій (Постанова КМУ №1159 від 14.10.2022), на практиці процес розробки та реалізації таких програм відбувається нерівномірно, зосереджено у вибраних громадах та регіонах, часто за підтримки міжнародних донорів (зокрема, U-LEAD, ПРООН, USAID DOBRE). Станом на середину 2025 року лише окремі громади розпочали підготовку відповідних програм, і навіть серед них переважна більшість перебуває на етапі планування. Таким чином, відновлення територій, уражених збройною агресією, досі не має єдиного сталого підходу на локальному рівні.

По-друге, ключовим елементом відновлення є гуманітарне розмінування — без виконання цієї умови будь-яка фізична або соціально-економічна реконструкція є небезпечною та потенційно неефективною. Водночас, далеко не всі Програми комплексного відновлення містять детальний підрозділ або розділ, присвячений розмінуванню територій. Київська та Харківська області є прикладами більш системного підходу, де містяться відповідні положення, аналіз ризиків, обсяги необхідного обстеження та показники уже виконаних робіт.

По-третє, дослідження показує, що наразі відсутня система моніторингу реалізації програм, у тому числі в частині розмінування. Законодавство не встановлює чіткої методики оцінки ефективності виконання таких програм. У

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

результаті, державні та місцеві органи влади не мають зобов'язання звітувати про реальний стан впровадження програм відновлення. Це унеможливлює об'єктивну оцінку прогресу, перешкоджає формуванню єдиної бази даних і не сприяє прозорості використання бюджетних чи донорських коштів.

Четвертий важливий аспект — наявність реального прогресу в розмінуванні територій, який забезпечується силами ДСНС, сертифікованими операторами протимінної діяльності та місцевими адміністраціями. Зокрема, за перше півріччя 2025 року були очищені тисячі гектарів земель різного цільового призначення (сільськогосподарських, житлових, лісових, критичної інфраструктури), що стало можливим завдяки міжвідомчій координації, підтримці міжнародних партнерів та роботі Центру протимінної діяльності.

Водночас, станом на липень 2025 року залишаються значні обсяги потенційно забруднених територій — як за площею, так і за кількістю вибухонебезпечних предметів. Окремі регіони потребуватимуть десятки років на повне очищення земель, а витрати на розмінування можуть сягати мільярдів гривень. Це вимагає формування довгострокової політики, чіткої пріоритезації територій, а також закріплення розділів з протимінної діяльності як обов'язкового елементу усіх програм комплексного відновлення.

Наостанок, слід зазначити, що стратегічне планування, координація та моніторинг у сфері протимінної діяльності мають базуватись на сучасних інституційних моделях. Зокрема, ініціатива створення координаційної ради з протимінної діяльності та нової архітектури управління галуззю (згідно з Білою книгою Інституту Тоні Блера) може закласти підґрунтя для більш ефективної реалізації державної політики у сфері гуманітарного розмінування.

Отже, реалізація програм комплексного відновлення територій постраждалих регіонів повинна супроводжуватись системним та комплексним підходом до розмінування: від нормативної фіксації у програмах, через практичну реалізацію робіт на місцях за відповідними пріоритетами, до створення чіткої системи моніторингу або оцінки за допомогою чек-листів. Це є запорукою безпечного життя громадян, відновлення економічної активності та повернення повноцінного функціонування територій.

Список використаних джерел:

[1] БФ «Право на захист». (2023). *Аналітичний звіт щодо розроблення програм комплексного відновлення територіальних громад*. URL: https://r2p.org.ua/storage/page/3836/ba4baaf24f354befb551fc2f0041b50338c91ace.pdf
[2] Великодимерська селищна рада. (2025, лютий 6). *Розпочався цьогорічний прийом заявок від фермерів на участь в програмі компенсації вартості розмінування агроземель*. URL: https://vdsr.gov.ua/news/rozpochavsyatsohorichnyypryyomzayavokvidfermerivnauchastvprohramikompensatsiyi
[3] Гавриленкова, М. (2024, серпень 8). 10 громад розроблятимуть програми комплексного відновлення територій за підтримки U-LEAD з Європою. *ULEAD with Europe*. URL: https://ulead.org.ua/news/520
[4] Департамент містобудування та архітектури КОДА. (2023, жовтень 23). *Програма комплексного відновлення території Київської області*. URL: https://econstruction.gov.ua/files/restoration/2023-10-23/2be00e64aa84468b97d2ba9b7233b237.pdf

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[5] Димерська селищна рада. (н.д.). *Інформаційне повідомлення*. URL: https://dymerrada.gov.ua/ua/st/pg/40225838600553_n/
[6] Кабінет Міністрів України. (2022, жовтень 14). *Про затвердження Порядку розроблення, проведення громадського обговорення, погодження програм комплексного відновлення області, території територіальної громади (її частини) та внесення змін до них: Постанова № 1159*. Законодавство України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/1159-2022-%D0%BF
[7] Київська обласна державна адміністрація. (2025, червень 6). *Розмінування в травні: сотні очищених гектарів, сто операторів та перший вітчизняний важкий дистанційний комплекс розмінування*. URL: https://koda.gov.ua/rozminuvannya-v-travni-sotni-ochyshhenyh-gektariv-sto-operatoriv-ta-pershyj-vitchyznyanyj-vazhkyj-dystanczijnyj-kompleks-rozminuvannya/
[8] Козир, С. В. (2024). Програми комплексного відновлення територій в умовах російсько-української війни: політико-правовий вимір. *Політичні інститути та процеси*, (5), 59–66. URL: http://politicus.od.ua/5_2024/11.pdf
[9] Міністерство економіки України. (2025, березень 28). *Методичні рекомендації щодо визначення пріоритизації забруднених територій вибухонебезпечними предметами, що підлягають гуманітарному розмінуванню: Наказ Мінекономіки та Мінагрополітики №1965/1545*. URL: https://me.gov.ua/LegislativeActs/Detail/d3291790-1918-4388-8298-41d9bd79d079
[10] Національна платформа гуманітарного розмінування. (2025, липень 27). *Ігор Безкаравайний представив концепцію системи пріоритезації для гуманітарного розмінування*. URL: https://demine.gov.ua/news/ihor-bezkaravainyi-predstavyv-kontseptsiiu-systemy-priorytezatsii-dlia-humanitarnoho-rozminuvannia
[11] Національна платформа гуманітарного розмінування. (н.д.). *Demine Ukraine*. URL: https://demine.gov.ua/
[12] Харківська міська рада. (2024, грудень 20). *Програма комплексного відновлення території Харківської міської територіальної громади*. URL: https://e-construction.gov.ua/files/restoration/2024-12-20/2567d2f1-e50b-49e7-b454-5f1783b42cef.pdf
[13] Центр протимінної діяльності. URL: https://ua-nmac.org/uk/

IMPLEMENTATION OF PROGRAMS FOR THE COMPREHENSIVE RESTORATION OF THE TERRITORIES OF THE AFFECTED REGIONS IN THE CONTEXT OF THEIR DEMINING

Lyashenko Pavlo Andriyovych
Ph.D., Researcher
State Institution "V.K. Mamutov Institute of Economic and Legal Research of the National Academy of Sciences of Ukraine", Ukraine

Summary. *The article highlights the peculiarities of assessing the general state of implementation of programs for the comprehensive restoration of territories at the local level of management in the context of their demining on the example of the affected territories in Kyiv and Kharkiv regions. It is determined that the developed Programs do not provide for the obligation to monitor or evaluate their implementation. And demining measures are actively monitored by local governments. Assessment of the results of humanitarian demining is carried out by state institutions at the country level. It is argued that checklists of territorial communities can be an alternative to the Programs for the Comprehensive Restoration of the Territory in terms of demining.*
Keywords: *comprehensive recovery program, territories, demining, assessment.*

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.027

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ СТІЙКОСТІ ЯКОСТІ ЖИТТЯ НАСЕЛЕННЯ: СПЕЦИФІКА ПРИКОРДОННИХ РЕГІОНІВ

Калат Ярослава Ярославівна
канд. екон. наук,
старший науковий співробітник сектору транскордонного співробітництва
ДУ «Інститут регіональних досліджень імені М.І. Долішнього НАН України», Україна

Томашик Ліліана Степанівна
канд. екон. наук, доцент
старший науковий співробітник сектору транскордонного співробітництва
ДУ «Інститут регіональних досліджень імені М.І. Долішнього НАН України», Україна

Анотація. У статті досліджено теоретичні основи стійкості якості життя населення прикордонних регіонів. Зокрема, розглянуто специфіку прикордонних територій як особливого об'єкта соціально-економічного аналізу та вплив ступеня відкритості кордону на розвиток соціально-економічних процесів і рівень життя населення. Проаналізовано об'єктивні та суб'єктивні аспекти якості життя, роль ментальних бар'єрів та транскордонної співпраці. Узагальнено сучасні підходи до формування стійкості, включаючи адаптацію до кризових змін, самоорганізацію, відновлення «повернення назад» та «рух вперед», а також екзаптивність як використання наявних ресурсів у нових умовах. Підкреслено, що стійкість прикордонних громад визначається поєднанням внутрішніх і зовнішніх чинників та проявляється у здатності не лише адаптуватися до викликів, але й формувати нові моделі розвитку на основі соціального капіталу та інноваційних практик.

Ключові слова: *прикордонні регіони; стійкість прикордонних регіонів; стійкість якості життя населення; екзаптивна стійкість.*

Постановка проблеми. В Україні з 27 вересня 2021 року діє Концепція забезпечення національної системи стійкості. Відповідно до неї, національна стійкість – це «здатність держави і суспільства ефективно протистояти загрозам будь-якого походження і характеру, адаптуватися до змін безпекового середовища, підтримувати стале функціонування, швидко відновлюватися до бажаної рівноваги після кризових ситуацій» [2].

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Поряд із національним рівнем важливе значення має забезпечення стійкості на нижчих рівнях економічної системи, зокрема на регіональному, що також підкреслюється у Концепції. Особливу увагу слід звернути на прикордонні регіони через їхнє геополітичне положення та специфічні соціально-економічні умови, які роблять їх найбільш вразливими до зовнішніх змін і зумовлюють необхідність посилення безпеки в цих зонах підвищеного ризику. Стійкість у прикордонних регіонах є важливою складовою їхньої безпеки, адже саме тут зосереджуються як зовнішні, так і внутрішні виклики, що вимагають оперативної реакції, особливо в умовах війни та майбутнього повоєнного відновлення.

Одним із основних елементів цієї стійкості є якість життя населення, що визначає соціальну стабільність, економічну активність та здатність громад ефективно реагувати на кризові події. В умовах війни та в перспективі повоєнного відновлення питання стійкості якості життя населення прикордонних регіонів набуває особливого значення. Оскільки від нього залежить не лише соціально-економічний розвиток територій, а й рівень національної безпеки загалом.

Аналіз досліджень та публікацій показує, що у науковій літературі розглядаються окремі аспекти забезпечення стійкості якості життя населення у прикордонних регіонах. У працях дослідників висвітлюються різні підходи до визначення сутності стійкості, її складових та механізмів формування на різних рівнях економічної системи (від національного до регіонального). Особлива увага приділяється специфіці прикордонних територій, які є більш вразливими до зовнішніх впливів і водночас мають потенціал для розвитку через транскордонні зв'язки та мобілізацію локальних ресурсів. Однак, попри значну кількість теоретичних досліджень, залишається недостатньо вивченим питання комплексного забезпечення стійкості якості життя населення прикордонних регіонів у сучасних умовах, що обумовлює актуальність подальших досліджень у цьому напрямку.

Мета роботи. Метою роботи є обґрунтування теоретичних засад стійкості якості життя населення та специфіки її прояву у прикордонних регіонах.

Виклад основного матеріалу. Зростання ролі регіонів у формуванні соціально-економічного розвитку держав у першій половині XX століття було зумовлене глибокими трансформаційними процесами в економіці та суспільстві. Зокрема, економічні кризи та світові війни стали поштовхом до масштабних перебудов, які посилили роль держави у регулюванні економічних процесів і водночас актуалізували потребу в ефективній регіональній політиці. Це сприяло розгляду регіону як окремого об'єкта управління та посиленню наукового інтересу до вивчення специфіки його розвитку.

У межах таких досліджень було виокремлено різні типи регіонів, серед яких особливе місце займають прикордонні території, для яких визначальним чинником розвитку є безпосередня близькість до державного кордону, що обумовлює унікальність соціально-економічних процесів. Датський науковець М. Шак зазначає, що прикордонний регіон як просторове утворення характеризується багатоконтекстуальністю, зокрема щодо його кордонів, які знаходяться на кількох рівнях та можуть мати географічний, державний,

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

транскордонний, соціальний, історичний, правовий та інші виміри [16]. Водночас В. Гарагонич наголошує, що важливою характеристикою прикордонних регіонів є наявність соціальних зв'язків між постійним населенням прикордонної території та жителями суміжних регіонів, розділених державним кордоном [1]. І залежно від того, які функції виконує кордон та наскільки розвиненими є транскордонні зв'язки, прикордонний регіон може або виступати зоною активної взаємодії, або залишатися периферійною територією з обмеженими контактами.

Як наголошує М. Галас, одним із найважливіших чинників розвитку прикордонних регіонів є ступінь відкритості (бар'єрності) державного кордону. Дослідник відмічає, що закритий кордон обмежує просторовий розвиток, внаслідок чого прикордонні громади не мають змоги розвиватися багатовекторно, на відміну від внутрішніх регіонів. А їхні соціально-економічні зв'язки (працевлаштування, освіта, послуги, міграція, бізнес) здебільшого орієнтовані лише на власні регіональні центри [10]. Це поступово призводить до соціальної ізоляції, економічного відставання та зниження рівня життя населення прикордонного регіону. Натомість відкритість кордонів створює умови для активної взаємодії із суміжними державами та міжнародним середовищем, що відкриває додаткові можливості для соціально-економічного розвитку прикордонних територій.

Саме тому сучасні дослідження дедалі частіше акцентують увагу не лише на економічних чи просторових аспектах розвитку, але й на якості життя населення прикордонних регіонів. Так, М. Ангеловіч та Р. Істок аналізують вплив кордону через призму якості життя населення в об'єктивному та суб'єктивному вимірах. На прикладі східного кордону Шенгенської зони вони показують, що низька відкритість цього кордону корелює із низьким рівнем соціально-економічного розвитку прикордонних регіонів і негативно впливає на об'єктивну якість життя населення цих територій. Окрім того, ступінь відкритості кордону безпосередньо позначається і на суб'єктивному сприйнятті якості життя [4]. У цьому контексті К. Індіген наголошує, що мешканці прикордонних регіонів оцінюють якість свого життя не лише через порівняння з національним центром, а й рівнем життя по інший бік кордону [19]. Також певні аспекти ментального сприйняття кордону розкриває Г. Готум у праці «Розвиток транскордонних економічних відносин». Він акцентує увагу на важливості ментального чинника, який, на його думку, не поступається за впливом фізичним бар'єрам. Дослідник зазначає, що навіть за відсутності матеріальних перешкод ментальні кордони можуть залишатися значним бар'єром, особливо на шляху транскордонної інтеграції [11].

Втім, попри унікальне поєднання можливостей і викликів соціально-економічного розвитку, прикордонні регіони на практиці залишаються вразливими. Мешканці прикордоння нерідко стикаються з низкою системних обмежень, серед яких найбільш відчутними є правові та адміністративні бар'єри, які ускладнюють доступ до ринку праці, медичних послуг, освіти, а також створюють перешкоди для транскордонної мобільності та співпраці. Під впливом таких бар'єрів щороку втрачається близько 3% ВВП ЄС, тоді як навіть їх часткове усунення могло б сприяти зростанню ВВП прикордонних регіонів і

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

створенню нових робочих місць [5]. Ці бар'єри не лише знижують якість життя місцевого населення, а й поглиблюють диспропорції між прикордонними та внутрішніми територіями держав. Тому важливо посилювати стійкість якості життя населення прикордоння, адже це дозволяє їм ефективно реагувати на зовнішні потрясіння та долати критичні ситуації [18], при цьому зберігати потенціал до розвитку.

Глибше розуміння стійкості якості життя населення прикордоння та механізмів її формування, що пояснює процес адаптації прикордонних громад до змін, розкрито, зокрема, у працях Д. Андерсена та Е. Проккола. Науковці трактують стійкість як ситуативний процес, що ґрунтується на наявних ресурсах і навичках, а також на здатності мобілізувати можливості відповідно до конкретних умов. Водночас вони вважають, що під «стійкістю людей» слід розуміти не досягнення певного ідеалу про «гарне життя», а адаптивну здатність різних соціальних груп самоорганізуватися, використовувати навички й доступні ресурси та діяти солідарно у відповідь на потрясіння [3], тим самим забезпечити збереження належного рівня якості життя.

Згідно з підходом А. Роуза, стійкість до зовнішніх загроз, яка є критично важливою для прикордонних регіонів та їхніх громад, охоплює кілька послідовних етапів: поглинання зовнішніх шоків, адаптацію до змінених умов на основі внутрішніх механізмів самоорганізації та фазу відновлення. Залежно від наявних ресурсів та ефективності реагування, відновлення може означати як повернення до передшокового стану, так і трансформацію із формуванням нового рівня функціонування [15], що створює додаткові можливості для підвищення якості життя населення.

У цьому контексті слушним є підхід К. Шоу, яка розрізняє «відновлення до попереднього стану» (bouncing back) та «відновлення вперед» (bouncing forward). Перше відповідає традиційному баченню стійкості, орієнтованому на повернення до передкризового рівня життя. Натомість друге – відображає сучасне бачення стійкості якості життя прикордонних громад, що полягає не лише у здатності адаптуватися до нових умов, але й трансформуватися до нового, потенційно більш стійкого та ефективного стану [17]. Тобто процес відновлення повинен включати не лише пристосування до нової реальності, а й засвоєння нового досвіду, накопичення знань і формування таких властивостей, що підвищують здатність системи ефективно протистояти майбутнім викликам.

Подальший розвиток теорії стійкості призвів до виокремлення ще однієї її характеристики – екзаптивності, яка проявляється у процесі адаптивного відновлення у відповідь на глобальні зміни, зумовлені такими чинниками, як економічні кризи, технологічні прориви чи загострення геополітичної ситуації. Варто зауважити, що термін «екзаптація», запропонований С. Гулдом та Е. Врбою у біологічних науках [9], був запозичений у соціально-економічну теорію та означає перепрофілювання вже наявної ознаки або структури з наданням їй нової функціональності, відмінної від первинної [12]. Відповідно екзаптивна стійкість передбачає використання наявних ресурсів регіону, підприємств, населення новими та інноваційними способами.

Н. Дью, С. Сарасваті та С. Венкатараман трактують екзаптацію як механізм формування нових соціальних та економічних напрямів розвитку, що не

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

потребує залучення значних додаткових ресурсів, а базується на творчому переосмисленні вже наявних [7]. У контексті прикордонних регіонів екзаптивну стійкість доцільно розглядати як важливий чинник забезпечення якості життя населення, особливо в умовах обмеженої або відсутньої інституційної підтримки. Її проявом є, зокрема, здатність людей використовувати неформальні транскордонні зв'язки як альтернативні канали соціального забезпечення та адаптації до кризових змін.

У таблиці 1 наведено основні теоретичні підходи до розуміння стійкості якості життя населення.

Таблиця 1

Теоретичні підходи до розуміння стійкості якості життя населення прикордонного регіону

Автор	Сутність підходу	Особливості для прикордонних регіонів
Д. Андерсен, Е. Проккола	Під стійкістю розуміється ситуативний процес, що ґрунтується на здатності людей адаптуватися до викликів шляхом самоорганізації, мобілізації ресурсів і солідарних дій, а не через досягнення ідеального стану життя.	В умовах відкритості та нестабільності кордонів населення прикордоння здатне формувати унікальні адаптивні практики у відповідь на різні виклики. Стійкість проявляється через здатність груп людей творчо долати бар'єри та мобілізувати локальні ресурси.
Д. Лайне	Стійкість як здатність населення адаптуватися до змін, пов'язаних із безпековими викликами.	Стійкість формується у відповідь на суперечливі процеси (посилення контролю та відкриття кордонів).
С. Левіан, І. Мозель	Стійкість полягає в уникненні неприйнятних умов життя.	Стійкість проявляється через прагнення населення мінімізувати вплив нестабільності, обмежень мобільності, соціально-економічної ізоляції та інших обмежень, що загрожують базовому рівню добробуту.
Д. Брістоу	Стійкість як поведінковий процес, що не зводиться до реакції на формальні загрози, а формується внаслідок дій самих людей.	Прикордонні спільноти не просто реагують на зовнішні правила, а самостійно формують практики адаптації, зокрема в умовах трансформаційного кордону.
А. Роуз	Стійкість проявляється як поетапна реакція системи на зовнішні загрози: поглинання шоку, адаптація через самоорганізацію, відновлення або трансформація.	Прикордонні громади здатні адаптуватися до змін кордону, різних шоків із можливим переходом до нових форм взаємодії, структур або ідентичностей.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Продовження таблиці 1

Автор	Сутність підходу	Особливості для прикордонних регіонів
К. Шоу, Р. Бошма	Стійкість як здатність до відновлення: повернення до попереднього стану (bouncing back), або адаптація і перехід до нового, більш ефективного стану (bouncing forward). Відновлення передбачає засвоєння нового досвіду, накопичення знань і розвиток нових властивостей для подолання майбутніх викликів.	У прикордонних регіонах кризи можуть стимулювати не лише повернення до попереднього стану, але й удосконалення системи життєдіяльності.
Н. Дью, С. Сарасваті, С. Венкатараман, С. Гулд, Е. Врба	Під екзаптивною стійкістю розуміється адаптивне використання наявних ресурсів у новий спосіб.	Креативне реагування на транскордонні та глобальні виклики.

складено за [3, 7, 9, 13, 14, 15, 17]

Д. Душек звертає увагу на те, що для прикордонних територій, особливо вразливих до соціально-економічних дисбалансів, транскордонна співпраця є основним дієвим інструментом забезпечення сталого розвитку та підвищення стійкості до внутрішніх і зовнішніх викликів [8]. Також вона узгоджується з регіональною політикою ЄС щодо сусідніх країн вздовж його зовнішніх кордонів, спрямованою на вирішення спільних проблем, досягнення сталого розвитку та зменшення нерівності в рівнях життя населення по різні боки кордону [6].

Також варто звернути увагу на дослідження Д. Брістоу, який підкреслює, що стійкість має поведінкову природу і формується не лише інституційно, а й через активність самих людей, які здатні впливати на траєкторію змін. У прикордонних регіонах це проявляється в здатності громад креативно адаптуватися до змін, які не завжди розпізнаються як загрози на рівні органів влади, але вже відчуваються як виклики на рівні населення[3].

Отже, спираючись на розглянуті підходи, під стійкістю якості життя населення прикордонних регіонів слід розуміти здатність соціуму адаптуватися до зовнішніх і внутрішніх кризових впливів та водночас підтримувати належний рівень добробуту населення. Це передбачає мобілізацію та ефективне використання наявних ресурсів у нових умовах, спричинених кризовими явищами. Формування такої стійкості визначається не лише внутрішніми чинниками, але й значною мірою залежить від рівня стійкості прикордонних територій сусідніх держав. Додатково на неї впливають соціально-демографічна структура населення, стан інфраструктури, доступ до ресурсів, рівень громадської активності та ступінь транскордонної інтегрованості.

Зрештою, населення прикордоння демонструє не лише здатність пристосовуватися до кризових змін, але й ініціювати нові стратегії поведінки, формуючи соціальний капітал, що стає основою для довгострокової стійкості якості життя.

Висновки та пропозиції. У результаті проведеного аналізу встановлено, що стійкість якості життя населення прикордонних регіонів визначається

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

поєднанням внутрішніх і зовнішніх чинників, зокрема відкритістю державного кордону, наявністю транскордонних зв'язків, рівнем соціального капіталу та здатністю громад до самоорганізації. Виявлено, що відкриті кордони сприяють активній соціально-економічній взаємодії, підвищенню об'єктивної та суб'єктивної якості життя, тоді як закриті створюють бар'єри для розвитку та посилюють нерівність із внутрішніми регіонами. Показано, що сучасні підходи до стійкості включають адаптацію до криз, відновлення «повернення назад» або «рух вперед», а також екзаптивне використання наявних ресурсів.

Перспективами подальших досліджень визначено розробку практичних механізмів зміцнення стійкості прикордонних громад, оцінку ефективності сучасних транскордонних програм та вивчення їхнього впливу на підвищення якості життя населення. Додатково доцільно досліджувати роль інноваційних та екзаптивних стратегій у забезпеченні адаптивності громад до соціально-економічних змін.

Список використаних джерел:

[1] Гарагонич В. В. (2009). Концептуальні засади транскордонного співробітництва України. *Наукові праці* [Чорноморського державного університету імені Петра Могили]. Сер.: Історія, Т. 115, Вип. 102. С. 69-73.
[2] Президент України (2021). Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 20 серпня 2021 року «Про запровадження національної системи стійкості», № 479/2021. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/479/2021#Text.
[3] Andersen, D.J. & E-K. Prokkola (Eds.) (2022). Introduction: Embedding Borderlands Resilience. In Borderlands Resilience: Transitions, Adaptation and Resistance at Borders, London, Routledge, 1-18. DOI: 10.4324/9781003131328-1.
[4] Angelovič, M. & Ištok, R. (2016). How to assess quality of life. Theoreticaland methodological research aspects in cross-border regions. *Bulletin of Geography. Socio-economic Series,* (32), 19-32. http://dx.doi.org/10.1515/bog-2016-0012.
[5] Camagni, R., Capello, R., Caragliu, A. & Toppeta, A. (2017). Quantification of the effects of legal and administrative border obstacles in land border regions. European Commission. https://ec.europa.eu/regional_policy/information-sources/publications/studies/2017/quantification-of-the-effects-of-legal-and-administrative-border-obstacles-in-land-border-regions_en.
[6] Chamusca, P. (2024). Territorial Cooperation and Cross-Border Development: The Portuguese Dynamics. *Social Sciences*, 13: 108. https://doi.org/10.3390/socsci13020108.
[7] Dew, N., Sarasvathy, S.D. and Venkataraman, S. (2004). The economic implications of exaptation. *Journal of Evolutionary Economics,* 14(1):69-84. DOI:10.1007/s00191-003-0180-x.
[8] Dušek, J. (2024). The Past, Present, and Future of Cross-Border Cooperation between Municipalities in the South Bohemian Region: A Case Study. *Administrative Sciences,* 14: 134. https://doi.org/10.3390/admsci14070134.
[9] Gould, S. J., & Vrba, E. S. (1982). Exaptation—a missing term in the science of form. Cambridge University Press. https://www.cambridge.org/core/journals/paleobiology/article/abs/exaptationa-missing-term-in-the-science-of-form/A672662BA208D220B9F9A06DE5D804B8.
[10] Halas, M. (2008). Priestorová polarizácia spoločnosti s detailným pohľadom na periférne regióny Slovenska. *Czech Sociological Review*, 44(2), 349-369. DOI:10.13060/00380288.2008.44.2.06.
[11] Houtum, H. (1998). The Development of Cross-Border Economic Relations. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/254903567_The_Development_of_Cross-Border_Economic_Relations.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[12] Kollár, D., Miskolczi, B., Masik, G., Martinaitis, G., Reid, J. and Kollár, J. (2024). Territorial Exaptive Resilience along EU Eastern Borders. ESPON: https://www.espon.eu/sites/default/files/2024-12/terra_res_exaptive_resilience_-along_eastern_eu_borders-case_studies.pdf.
[13] Laine, J.P. (2021). Chapter Epilogue. Borderland resilience: thriving in adversity? DOI: 10.4324/9781003131328-15
[14] Levine, S and Mosel, I 2014, Supporting Resilience in Difficult Places. A Critical look at applying the resilience concept in places where crisis is the norm. ODI: Think change. https://media.odi.org/documents/8881.pdf
[15] Rose, A. (2004). Defining and measuring economic resilience to disasters. *Disaster Prevention and Management An International Journal,* 13(4):307-314. DOI:10.1108/09653560410556528.
[16] Schack, M. (1999). On the Multi-contextual Character of Border Regions, 39th Congress of the European Regional Science Association: "Regional Cohesion and Competitiveness in 21st Century Europe", August 23 - 27, 1999, Dublin, Ireland, European Regional Science Association (ERSA). Econstor. https://www.econstor.eu/bitstream/10419/114264/1/ERSA1999_a134.pdf
[17] Shaw, K. (2012). The Rise of the Resilient Local Authority? *Local Government Studies,* 38(3):281-300. DOI:10.1080/03003930.2011.642869.
[18] Urbancíková, N. and Zgodavová, K. (2019). Sustainability, Resilience and Population Ageing along Schengen's Eastern Border. ResearchGate. DOI:10.3390/su11102898.
[19] Yndigegn, C. (2003). Life Planning in the Periphery: Life Chances and Life Perspectives for Young People in the Danish-German Border Region. *Young,* 11(3):235-251. DOI:10.1177/11033088030113003.

THEORETICAL FOUNDATIONS FOR THE RESILIENCE OF QUALITY OF LIFE: SPECIFICITY OF BORDER REGIONS

Yaroslava Kalat
Ph.D in Economic sciences,
Senior Researcher of the Cross-Border Cooperation Sector
SI "Institute of Regional Research named after M.I. Dolishniy of NAS of Ukraine", Ukraine
Liliana Tomashyk
Ph.D in Economic sciences, Associate professor,
Senior Researcher of the Cross-Border Cooperation Sector
SI "Institute of Regional Research named after M.I. Dolishniy of NAS of Ukraine", Ukraine

Summary. *The article investigates the theoretical foundations of the resilience of the quality of life of the population in border regions. In particular, the specifics of border territories as a special object of socio-economic analysis and the influence of the degree of border openness on the development of socio-economic processes and the population well-being are considered. Objective and subjective aspects of the quality of life, the role of mental barriers, and cross-border cooperation are analyzed. Contemporary approaches to resilience formation are summarized, including adaptation to crisis changes, self-organization, recovery by "bouncing back" and "bouncing forward", as well as exaptive use of available resources in new conditions. It is emphasized that the resilience of border communities is determined by a combination of internal and external factors and is manifested in the ability not only to adapt to challenges, but also to develop new models of growth based on social capital and innovative practices.*
Keywords: *border regions; resilience of border regions; resilience of the quality of life of the population; exaptive resilience.*

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License 2025

ISSN 2710–3056

ARTICLE

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.028

АРХІТЕКТОНІКА ТА ТРАНСПАРЕНТНІСТЬ ФІНАНСОВОЇ ЗВІТНОСТІ ЯК ОСНОВА ДОСТОВІРНОГО ФОРМУВАННЯ ОБ'ЄКТА ОПОДАТКУВАННЯ ПОДАТКУ НА ПРИБУТОК

Ковценюк Ганна Вікторівна
Аспірантка
Національний науковий центр «Інститут аграрної економіки», м. Київ, Україна

Анотація. *Досліджено концепцію архітектоніки фінансової звітності як системи взаємопов'язаних елементів, принципів та правил, що забезпечують структуроване, зрозуміле й достовірне представлення фінансової інформації. Розглянуто значення транспарентності фінансової звітності як інструменту підвищення відкритості, ясності та підзвітності інформаційних потоків у процесі формування об'єкта оподаткування податком на прибуток. Установлено, що ключовими складовими архітектоніки фінансової звітності є баланс, звіт про фінансові результати та інші форми, які формують основу для визначення доходів, витрат і фінансового результату, що підлягає коригуванню відповідно до вимог податкового законодавства. Розглянуто методологічні засади облікового відображення різниць між бухгалтерським і податковим підходами, а також визначено роль інтеграції облікових систем з автоматизованими інформаційними технологіями у спрощенні процедур адміністрування та мінімізації ризиків податкових спорів. Установлено, що забезпечення належного рівня транспарентності фінансової звітності сприяє формуванню довіри з боку користувачів, підвищує ефективність податкового контролю та створює умови для збалансованого розвитку підприємств.*

Ключові слова: *архітектоніка фінансової звітності; транспарентність фінансової звітності; об'єкт оподаткування; податок на прибуток; конфлікт інтересів.*

У сучасних умовах розвитку системи обліку та гармонізації з міжнародними стандартами фінансова звітність постає базовим джерелом для визначення об'єкта оподаткування податку на прибуток, що зумовлює підвищені вимоги до її якості. У наукових дослідженнях достатньо опрацьовано окремі аспекти прозорості розкриття та методології формування показників, однак взаємозв'язки між архітектонікою звітності та транспарентністю у контексті достовірного визначення об'єкта оподаткування залишаються висвітленими лише фрагментарно. За результатами досліджень і практичного досвіду, значна

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

частина підприємств при формуванні податкового прибутку здійснює ручні коригування, що підвищує ризик помилок і суперечностей у звітності. Це зумовлює необхідність розроблення системного підходу до архітектоніки та прозорості фінансової звітності задля забезпечення достовірності визначення об'єкта оподаткування.

Вагомий внесок у розв'язання проблеми вдосконалення процесу визначення фінансових результатів та формування достовірної облікової інформації зробили низка науковців. Зокрема, удосконалення фінансової звітності шляхом введення додаткових статей, а також змін у її структурі та змісті пропонують Проданчук М. [4], Кулинич М. і Коваль Н. [3], Верига Ю. і Прохар Н. [6], Томчук О. і Михальчишина Л. [5]. Питання підготовки й використання звітних даних в управлінській діяльності розглядають у своїх працях Жук В., Бездушна Ю. та Вдовенко О., підкреслюючи роль звітності як інструмента забезпечення фінансової стабільності й інвестиційної привабливості підприємства [2].

Водночас формування звітних показників відбувається під впливом різноспрямованих інтересів: власники прагнуть до максимізації прибутку, тоді як податкові органи орієнтовані на зростання податкових надходжень. Така суперечливість цілей зумовлює конфлікт інтересів, який безпосередньо впливає на якість підготовки та подання фінансової звітності.

На думку Дземішкевича І., в Україні зберігається системна проблема, що полягає у невиконанні звітністю своєї ключової функції — забезпечення користувачів інформацією, необхідною для прийняття управлінських та інших економічних рішень [1, с. 115].

Таким чином, проаналізовані наукові підходи засвідчують необхідність формування інтегрованої концепції архітектоніки та транспарентності фінансової звітності, яка б забезпечувала достовірність визначення об'єкта оподаткування податку на прибуток.

Метою дослідження є розкриття концепції архітектоніки та транспарентності фінансової звітності як інструменту достовірного формування об'єкта оподаткування податком на прибуток. У межах цієї мети передбачається:

- визначення ключових елементів і методологічних засад архітектоніки фінансової звітності, що забезпечують коректне відображення доходів, витрат і фінансового результату підприємства;
- ідентифікація аспектів прозорості звітності, необхідних для підвищення ефективності податкового адміністрування та мінімізації ризиків податкових спорів.

Архітектоніка фінансової звітності розглядається як система взаємопов'язаних елементів, принципів і правил, що забезпечують логічну цілісність та достовірність фінансової інформації. Вона визначає взаємодію складових звітності (балансу, звіту про фінансові результати, звіту про рух грошових коштів, приміток) та забезпечує їх узгодженість для користувачів.

Ключові принципи архітектоніки включають структурованість (чіткий розподіл інформації), рівновагу (баланс активів і джерел їх фінансування), узгодженість у часі (зіставлення доходів і витрат) та пріоритет економічного змісту над юридичною формою.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Транспарентність фінансової звітності сприяє правильному формуванню об'єкта оподаткування податком на прибуток, забезпечуючи зрозумілість, доступність і достовірність фінансових результатів підприємства. Поєднання архітектоніки та транспарентності створює основу для точного визначення оподатковуваного прибутку, особливо в умовах численних податкових коригувань. Основні аспекти транспарентності представлені на рис. 1.

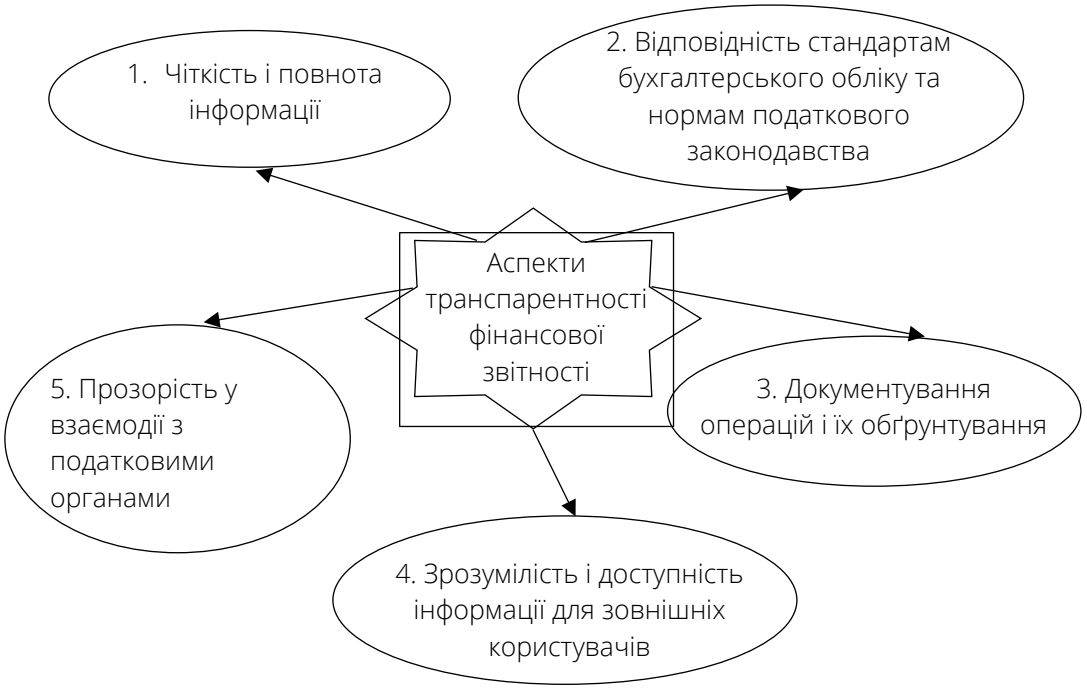


Рис 1. Основні аспекти транспарентності фінансової звітності у формуванні об'єкта оподаткування податком на прибуток

Зміст першого аспекту полягає в тому, що для коректного розрахунку податку на прибуток важливо, щоб фінансова звітність підприємства включала всі необхідні елементи (баланс, звіт про фінансові результати, звіт про рух грошових коштів, примітки до річної фінансової звітності), що дозволяє правильно визначити дохід, витрати і прибуток, які є основою для оподаткування.

Транспарентність передбачає дотримання вимог НП(С)БО (або МСФЗ) і норм податкового законодавства, що забезпечує правильний розрахунок об'єкта оподаткування, оскільки відмінності в підходах до визнання доходів і витрат можуть впливати на суму податку.

Фінансова звітність повинна містити достатньо інформації для перевірки правильності операцій, що є підставою для розрахунку податкових зобов'язань. Наприклад, витрати на виробництво, відрахування на амортизацію, безоплатні поставки або операції з трансфертним ціноутворенням мають бути належно документовані і обґрунтовані.

Транспарентність також означає, що фінансова інформація повинна бути зрозумілою і доступною для всіх зацікавлених сторін (податкових органів, інвесторів, акціонерів), що допоможе уникати маніпуляцій з даними та несанкціонованими змінами у звітності.

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Аспект прозорості у взаємодії з податковими органами полягає в тому, що підприємства, які підтримують транспарентність фінансової звітності, зменшують ризик податкових суперечок, оскільки чітко можуть пояснити та обґрунтувати податкові зобов'язання з податку на прибуток, що є важливим для запобігання порушенням податкового законодавства, оптимізації податкових зобов'язань та мінімізації можливих санкцій.

Отже, транспарентність є необхідною передумовою для застосування закони архітектоніки фінансової звітності, які визначають її логічну структуру та послідовність.

Закони архітектоніки фінансової звітності – це закон рівноваги, який проявляється у балансі (Активи = власний капітал + зобов'язання), усереднення (фіксація відповідних показників господарської діяльності у фінансовій звітності на певну дату) та структурування (фінансова звітність має набір визначених форм, що складаються з відповідних елементів, об'єктів обліку і окремих статей у певній послідовності). Врахування цих законів дозволяє визначити основні напрями та мету концепції архітектоніки фінансової звітності у формуванні об'єкта оподаткування податком на прибуток.

Об'єктом архітектоніки фінансової звітності у формуванні об'єкта оподаткування податком на прибуток є фінансова інформація, що визначає базу для розрахунку податку на прибуток підприємства. Інформація включає в себе всі складові фінансової звітності, в яких відображаються доходи, витрати, прибуток та інші елементи, що використовуються для визначення об'єкта оподаткування податком на прибуток.

Серед основних елементів архітектоніки фінансової звітності, що впливають на формування об'єкта оподаткування можна виокремити такі:

1. Звіт про фінансові результати - ключовий елемент фінансової звітності, який відображає доходи та витрати підприємства і дозволяє визначити фінансовий результат (прибуток або збиток), що слугує основою для розрахунку податку на прибуток. Для визначення оподатковуваного прибутку можуть застосовуватися податкові коригування, що враховують специфіку національного законодавства.

2. Коригування бухгалтерського прибутку за нормами податкового законодавства - процес внесення змін у фінансовий результат підприємства для визначення об'єкта оподаткування податком на прибуток. Наприклад, коригуються амортизація, витрати, які не визнаються податковими (благодійність, штрафи, пені), а також відображаються відстрочені податкові активи та зобов'язання.

3. Баланс підприємства забезпечує загальне уявлення про активи, пасиви та власний капітал підприємства. Дані балансу, зокрема про активи, зобов'язання, дебіторську та кредиторську заборгованість, можуть впливати на розрахунок податку на прибуток. Наприклад, амортизація основних засобів або нематеріальних активів, оцінка резервів на покриття можливих збитків, що впливають на фінансовий результат.

4. Звіт про рух грошових коштів не впливає безпосередньо на розрахунок податку на прибуток, але надає важливу інформацію про фінансові потоки підприємства. Дані цього звіту дозволяють аналізувати податкові наслідки

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

окремих операцій та оцінювати ліквідність підприємства, що є необхідним для планування податкових платежів та фінансової стабільності.

5. Примітки до річної фінансової звітності надають детальну інформацію про облікову політику підприємства, зміни методів обліку та важливі податкові коригування. Вони пояснюють, як розраховано податковий прибуток та які коригування були застосовані до бухгалтерського прибутку, забезпечуючи прозорість і достовірність фінансової інформації.

6. Визнання доходів і витрат у фінансовій звітності має важливе значення формуванні об'єкта оподаткування так як формує величину прибутку або збитку для оподаткування. Правильне визнання доходів та витрат у відповідності до національних стандартів бухгалтерського обліку або МСФЗ забезпечує точність формування об'єкта оподаткування та зменшує ризик податкових помилок.

Розглянуті елементи архітектоніки формують підґрунтя для методологічних засад, які деталізують процес визначення об'єкта оподаткування податком на прибуток.

Так як фінансова звітність є основою для податкових розрахунків, то достовірність формування об'єкта оподаткування податком на прибуток безпосередньо залежить від методології її складання та представлення (рис. 2).

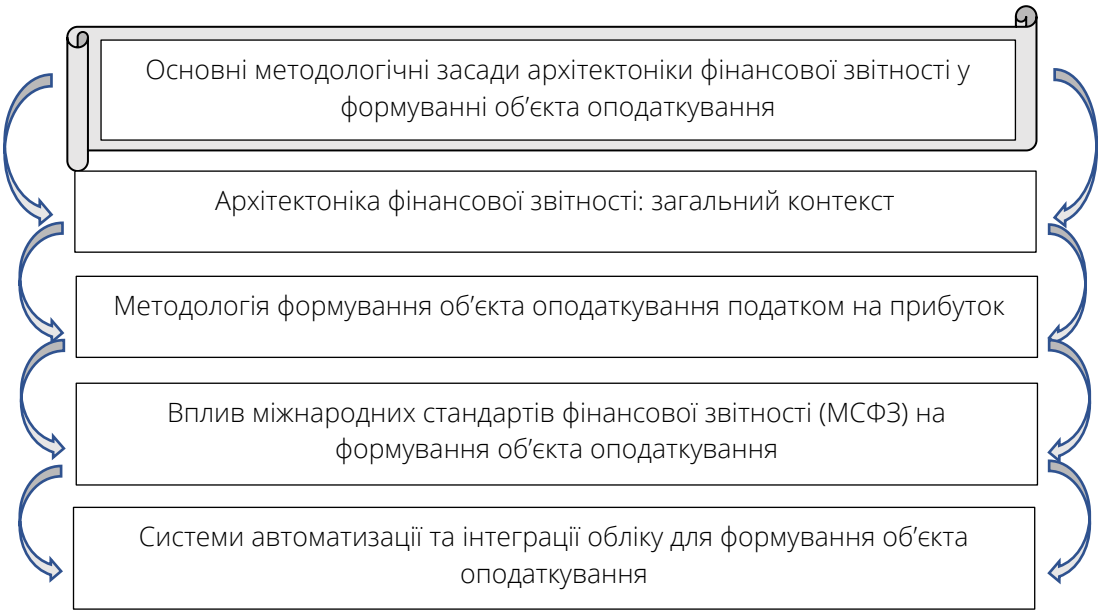


Рис 2. Основні методологічні засади архітектоніки фінансової звітності у формуванні об'єкта оподаткування податком на прибуток

Архітектоніка фінансової звітності у формуванні об'єкта оподаткування полягає в побудові структури та взаємодії її основних елементів таким чином, щоб вони взаємно доповнювали один одного і відображали достовірну інформацію для правильного визначення податкового зобов'язання з податку на прибуток. Враховуючи відмінності між бухгалтерським обліком і податковим законодавством, вона повинна включати: структурні елементи, що описують доходи і витрати підприємства, визначення і класифікацію прибутку або збитку до оподаткування, а також коригування для податкових цілей, окремі додатки та

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

таблиці для розрахунку тимчасових і постійних різниць між бухгалтерським обліком та податковим законодавством.

Методологічні засади формування об'єкта оподаткування податком на прибуток ґрунтуються на принципах бухгалтерського обліку та інтеграції його з податковими вимогами. Основні елементи методології включають:

Визначення доходів і витрат. Доходи для оподаткування формуються на основі фінансових результатів підприємства і включають прибутки від реалізації товарів, робіт, послуг та інших джерел. Витрати визначаються відповідно до національних стандартів бухгалтерського обліку з урахуванням прямого зв'язку з доходами. Частина доходів і витрат коригується відповідно до Податкового кодексу.

Коригування для податкових цілей. Фінансовий результат коригується на тимчасові та постійні різниці між бухгалтерським обліком і податковим законодавством, включно з амортизацією, витратами, що не визнаються податковими, благодійністю, штрафами, пенями та відображенням відстрочених податкових активів і зобов'язань.

Методика визнання фінансових результатів. Доходи і витрати фіксуються за принципом нарахування – у момент їх фактичного здійснення незалежно від дати отримання або виплати коштів. Використання принципів МСФЗ впливає на формування об'єкта оподаткування, зокрема щодо доходів від продажу активів та амортизації.

Завдяки цьому підходу забезпечується коректне формування об'єкта оподаткування на основі фінансової інформації підприємства, що дозволяє зменшити ризик помилок у розрахунках податкових зобов'язань та підвищити точність фінансової звітності.

Водночас сучасні тенденції цифровізації змінюють підхід до формування фінансової звітності та визначення податкових зобов'язань. Поряд із методологічними аспектами важливого значення набувають і технологічні інновації, що змінюють підхід до формування фінансової та податкової звітності. Сучасні інформаційні технології дозволяють інтегрувати бухгалтерський облік та податкову систему, спрощуючи процес визначення об'єкта оподаткування. Впровадження електронних кабінетів та автоматичних систем контролю забезпечує автоматичний розрахунок тимчасових і постійних різниць, мінімізує потребу в ручних перевірках і зменшує ризик помилок. Це, своєю чергою, підвищує ефективність податкового адміністрування, сприяє прозорості розрахунків і дає можливість оперативно коригувати дані відповідно до вимог законодавства.

Варто погодитись з думкою О.В. Харламової, що предметом концепції архітектоніки фінансової звітності виступають усталені закономірності побудови форм фінансової звітності та приміток до неї [7, с. 143].

Метою концепції архітектоніки фінансової звітності у формуванні об'єкта оподаткування податком на прибуток є створення чіткої, логічної та прозорої структури, яка забезпечує правильне і обґрунтоване визначення об'єкта оподаткування на основі фінансової інформації підприємства. Це дозволяє досягти відповідності між бухгалтерським обліком і податковим законодавством, що є основою для обчислення податку на прибуток (рис. 3).

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Завдяки основним елементам концепції архітектоніки фінансової звітності можна досягти її мети в контексті формування об'єкта оподаткування податком на прибуток – це забезпечення системної, чіткої, прозорої та відповідної до вимог законодавства структури фінансової звітності, що забезпечить точне та об'єктивне визначення прибутку, який підлягає оподаткуванню, сприятиме спрощенню податкового контролю та зниженню ризиків для підприємств.

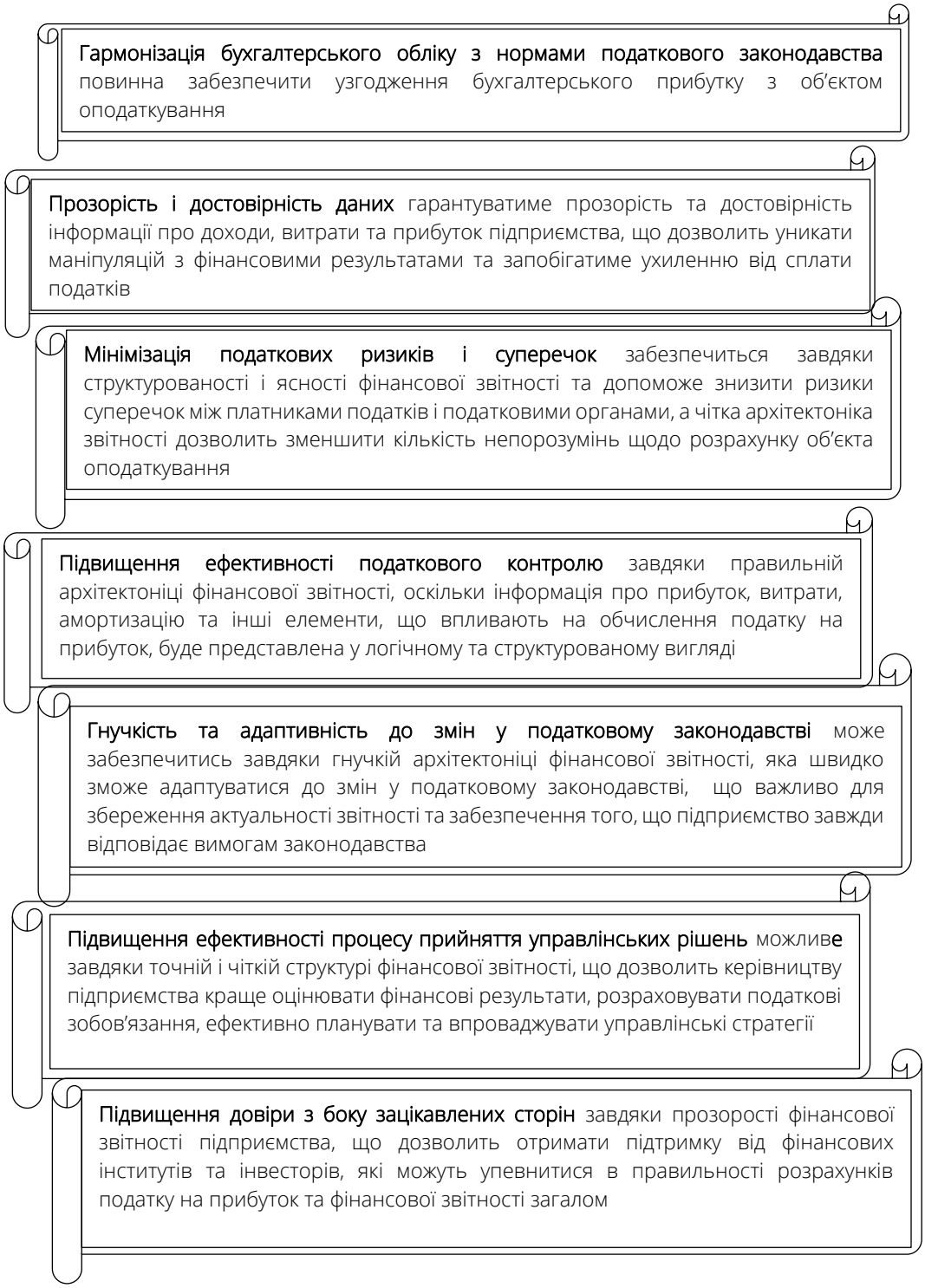


Рис 3. Основні елементи концепції архітектоніки фінансової звітності у формуванні об'єкта оподаткування податком на прибуток

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Отже, архітектоніка фінансової звітності забезпечує системну, логічну та прозору організацію фінансової інформації підприємства, що дозволяє коректно формувати об'єкт оподаткування податком на прибуток, а транспарентність звітності підвищує довіру, сприяє контролю та зменшує ризики податкових суперечок. З метою підвищення рівня транспарентності фінансової звітності доцільно впроваджувати детальне розкриття податкових коригувань та методики розрахунку податкового прибутку. Необхідно систематизувати коригування бухгалтерського прибутку для податкових цілей із урахуванням тимчасових та постійних різниць, що забезпечить відтворюваність облікових оцінок та порівнянність між підприємствами. Ефективним інструментом у цьому контексті є автоматизовані системи обліку, які синхронізують дані бухгалтерського обліку та податкової служби, мінімізуючи ручні розрахунки та знижуючи ризики помилок. Прозора фінансова звітність сприятиме ефективному податковому плануванню, спрощенню контролю та підвищенню достовірності формування об'єкта оподаткування, що є ключовим фактором стабільності податкових надходжень і розвитку підприємств.

Список використаних джерел:

[1] Дземішкевич, І. О. (2015). Відповідність фінансової звітності підприємств потребам користувачів звітності. *Фінансовий простір*, (1(17)), 113–119.
[2] Жук, В. М., Бездушна, Ю. С., & Вдовенко, О. С. (2013). Облікові технології у забезпеченні інвестиційної привабливості та фінансової безпеки сільськогосподарських підприємств. *Облік і фінанси*, (4(62)), 32–38.
[3] Кулинич, М. Б., & Коваль, Н. І. (2016). Удосконалення методики складання та аналізу фінансової звітності підприємств. *Економіка і суспільство*, (6). https://economyandsociety.in.ua/journals/6_ukr/63.pdf
[4] Проданчук, М. А. (2014). Шляхи вдосконалення відображення інформації про результати діяльності у фінансовій звітності. *Фінанси України*, (7), 99–113.
[5] Томчук, О. Ф., & Михальчишина, Л. Г. (2018). Аналітичні можливості звіту про фінансові результати (звіту про сукупний дохід). *Глобальні та національні проблеми економіки*, (22), 993–1000.
[6] Верига, Ю. А., & Прохар, Н. В. (н.д.). Напрями вдосконалення звітності про фінансові результати в агроформуваннях. *Електронний архів Полтавського університету економіки і торгівлі*. https://core.ac.uk/reader/71925470
[7] Харламова, О. В. (2015). *Методологія формування та архітектоніка транспарентної фінансової звітності* (дис. … докт. екон. наук). Харків.

ARCHITECTURE AND TRANSPARENCY OF FINANCIAL STATEMENTS AS THE BASIS FOR RELIABLE FORMATION OF THE OBJECT OF PROFIT TAXATION

Hanna Kovtseniuk
Postgraduate
National Scientific Centre "Institute of agricultural economy", Kyiv, Ukraina,

Summary. *The concept of financial reporting architectonics as a system of interconnected elements, principles, and rules that ensure a structured, understandable, and reliable presentation of*

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

financial information is investigated. The importance of financial reporting transparency as a tool for increasing the openness, clarity, and accountability of information flows in the process of forming the object of taxation by income tax is considered. It has been established that the key components of the architecture of financial reporting are the balance sheet, the income statement, and other forms that form the basis for determining income, expenses, and the financial result, which is subject to adjustment in accordance with the requirements of tax legislation. The methodological principles of accounting for the reflection of differences between accounting and tax approaches are considered, and the role of integrating accounting systems with automated information technologies in simplifying administration procedures and minimizing the risks of tax disputes is also determined. It has been established that ensuring an appropriate level of transparency of financial reporting contributes to the formation of trust among users, increases the effectiveness of tax control, and creates conditions for the balanced development of enterprises.
Keywords: *financial reporting architecture; financial reporting transparency; tax object; income tax; conflict of interest.*

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ARTICLE
DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.029

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ РОЗПОДІЛУ ВИТРАТ МАЙБУТНІХ ПЕРІОДІВ НА ОСНОВІ ДОХОДУ ВІД РЕАЛІЗАЦІЇ ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Сук Петро Леонідович
доктор економічних наук, професор,
професор кафедри обліку і оподаткування
Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і природокористування України «Ніжинський агротехнічний інститут», Україна

Анотація. *Визначено зміст витрат майбутніх періодів та особливості їх відображення в бухгалтерському обліку і фінансовій звітності. Досліджено міжнародний досвід обліку витрат майбутніх періодів. З'ясовано необхідність використання методів розподілу витрат майбутніх періодів. Розкрито сутність доходу (виручки) від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг). Запропоновано застосовувати метод розподілу витрат майбутніх періодів на основі доходу від реалізації готової продукції. Наведено технологію розрахунку методу розподілу витрат майбутніх періодів на основі доходу від реалізації готової продукції. На прикладі здійснено розрахунок методу розподілу витрат майбутніх періодів на основі доходу від реалізації готової продукції. Охарактеризовано два способи обрахунку методу розподілу витрат майбутніх періодів на основі доходу від реалізації готової продукції: 1) від первісної (початкової) суми витрат майбутніх періодів; 2) від залишкової (поточної) суми витрат майбутніх періодів.*

Ключові слова: *витрати майбутніх періодів, бухгалтерський облік, фінансова звітність, дохід від реалізації готової продукції, методи розподілу витрат майбутніх періодів.*

Щоб забезпечувати кругообіг капіталу підприємства повинні здійснювати витрати.

Якщо витрати виникають в одному періоді, а визнаються у складі фінансових результатів у наступних періодах, то вони є витратами майбутніх періодів (далі – ВМП).

Відповідно до Методичних рекомендацій щодо заповнення форм фінансової звітності ВМП – це витрати, що мали місце протягом поточного або попередніх звітних періодів, але належать до наступних звітних періодів [1].

Інструкцією про застосування Плану рахунків бухгалтерського обліку активів, капіталу, зобов'язань і господарських операцій підприємств і організацій визначено, що до ВМП відносяться витрати, пов'язані з підготовчими до виробництва роботами в сезонних галузях промисловості; з освоєнням нових виробництв та агрегатів; сплачені авансом орендні платежі;

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

оплата страхового поліса; оплата торгового патенту; передплата на газети, журнали, періодичні та довідкові видання тощо.

Для обліку ВМП відкривають рахунок 39 "Витрати майбутніх періодів", за дебетом якого накопичуються ВМП, а за кредитом – вони списуються (розподіляються) та включаються до складу витрат звітного періоду [2; 3].

У Балансі (Звіті про фінансовий стан) (форма № 1) ВМП відображаються в активі, у розділі II "Оборотні активи", у статті "Витрати майбутніх періодів" (код рядка 1170) [1; 4].

У міжнародній практиці для позначення ВМП приміняють різні терміни: "deferred expenses", "deferred charges", "deferred costs", "deferred expenditures" – відстрочені витрати, відкладені витрати або "prepaid expenses" – передплачені витрати.

Відстрочені витрати, також відомі як передплачені витрати, – це витрати, які були сплачені наперед за товари чи послуги, що будуть отримані в майбутньому. По суті, це витрати, які підприємство може спожити пізніше, незважаючи на те, що сплачує їх наперед. Вони відображаються як активи на балансі компанії до моменту, поки товари або послуги будуть отримані [5].

Щоб розподілити ВМП між наступними періодами застосовують відповідні методи. Наприклад, можна приміняти метод розподілу ВМП на основі доходу від реалізації готової продукції.

Відповідно до НП(С)БО 9 "Запаси" готова продукція – це продукція, що виготовлена на підприємстві, призначена для продажу і відповідає технічним та якісним характеристикам, передбаченим договором або іншим нормативно-правовим актом [6].

НП(С)БО 15 "Дохід" визначено, що дохід (виручка) від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг) – це загальний дохід (виручка) від реалізації продукції, товарів, робіт або послуг без вирахування наданих знижок, повернення раніше проданих товарів та непрямих податків і зборів (податку на додану вартість, акцизного податку тощо) [7].

У минулій формі Звіту про фінансові результати (форма № 2) дохід (виручка) від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг) наводився у статті "Доход (виручка) від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг)" (код рядка 010). У цій статті обліковувався загальний доход (виручка) від реалізації продукції, товарів, робіт або послуг, тобто без вирахування наданих знижок, повернення проданих товарів та непрямих податків (податку на додану вартість, акцизного збору тощо). Організації, основною діяльністю яких є торгівля цінними паперами, у цій статті відображали вартість, за якою реалізовано цінні папери, та суму винагороди за виконання інших операцій, пов'язаних з розміщенням, купівлею і продажем цінних паперів [8].

У теперішній формі № 2 "Звіту про фінансові результати (Звіту про сукупний дохід)" дохід (виручка) від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг) не показується, а відображається лише чистий дохід від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг). Він визначається шляхом вирахування з доходу від реалізації продукції, товарів, робіт, послуг наданих знижок, вартості повернутих раніше проданих товарів, доходів, що за договорами належать комітентам (принципалам тощо), та податків і зборів [1; 4].

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Метод на основі доходу від реалізації готової продукції є одним із видів методу розподілу ВМП на основі доходу від реалізації продукції. Використання методу на основі доходу від реалізації готової продукції не визначено законодавством. Його підприємство може застосовувати самостійно, наприклад в оперативно-технічному обліку.

Інформація про доходи від реалізації готової продукції узагальнюється на субрахунку 701 "Дохід від реалізації готової продукції" рахунку 70 "Доходи від реалізації".

За кредитом субрахунку 701 відображається збільшення (одержання) доходу, за дебетом – належна сума непрямих податків (акцизного податку, податку на додану вартість та інших, передбачених законодавством); результат операцій перестрахування (у кореспонденції з субрахунком 705 "Перестрахування"); результат зміни резервів незароблених премій (у страхових організаціях); та списання у порядку закриття на рахунок 79 "Фінансові результати" [2; 3].

Річна сума розподілу ВМП за методом на основі доходу від реалізації готової продукції вираховується множенням суми розподілу ВМП на коефіцієнт розподілу ВМП, який обраховується діленням доходу від реалізації готової продукції за відповідні періоди на плановий обсяг доходу від реалізації готової продукції за увесь період.

Відрахування ВМП у наступні періоди за методом на основі доходу від реалізації готової продукції розраховується за формулами:

$$РСРВМП = СРВМП \times КРВМП,$$

де: РСРВМП – річна сума розподілу ВМП; СРВМП – сума розподілу ВМП; КРВМП – коефіцієнт розподілу ВМП.

$$КРВМП = ОДВРГП : ПОДВРГП,$$

де: ОДВРГП – плановий або фактичний обсяг доходу (виручки) від реалізації готової продукції за окремі періоди; ПОДВРГП – плановий обсяг доходу (виручки) від реалізації готової продукції за увесь період.

Щоб розподілити ВМП за методом на основі доходу від реалізації готової продукції можна використовувати інший варіант:

$$РСРВМП = ОДВРГП \times КРВМП,$$
$$КРВМП = СРВМП : ПОДВРГП.$$

Ессаймент (від англ. *assignment* – розподіл) ВМП за методом на основі доходу від реалізації готової продукції можна підраховувати двома способами: 1) із первісної (початкової) суми ВМП; 2) із залишкової (поточної) суми ВМП.

Розподіл ВМП за методом на основі доходу від реалізації готової продукції виконаємо на прикладі.

Приклад. Початкова (первісна) сума ВМП – 87000 грн, строк розподілу – 12 років. За період розподілу ВМП передбачається отримати 730000 грн доходу від реалізації готової продукції, у тому числі: за 1-й рік – 114000 грн, за 2-й рік – 108000 грн, за 3-й рік – 97000 грн, за 4-й рік – 84000 грн, за 5-й рік – 76000 грн, за 6-й рік – 67000 грн, за 7-й рік – 50000 грн, за 8-й рік – 44000 грн, за 9-й рік – 38000 грн, за 10-й рік – 25000 грн, за 11-й рік – 19000 грн, за 12-й рік – 8000 грн.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Визначимо показники коефіцієнтів розподілу ВМП: за 1-й рік – 0,1562 (114000 : 730000 = 0,1562), за 2-й рік – 0,1479 (108000 : 730000 = 0,1479), за 3-й рік – 0,1329 (97000 : 730000 = 0,1329), за 4-й рік – 0,1151 (84000 : 730000 = 0,1151), за 5-й рік – 0,1041 (76000 : 730000 = 0,1041), за 6-й рік – 0,0917 (67000 : 730000 = 0,0917), за 7-й рік – 0,0685 (50000 : 730000 = 0,0685), за 8-й рік – 0,0603 (44000 : 730000 = 0,0603), за 9-й рік – 0,0521 (38000 : 730000 = 0,0521), за 10-й рік – 0,0342 (25000 : 730000 = 0,0342), за 11-й рік – 0,0260 (19000 : 730000 = 0,0260), за 12-й рік – 0,0110 (8000 : 730000 = 0,0110).

Обрахунок 1-го способу (від первісної (початкової) суми ВМП) методу розподілу ВМП на основі доходу від реалізації готової продукції відображено в таблиці 1.

Таблиця 1

Розрахунок 1-го способу (від початкової (первісної) суми ВМП) методу розподілу ВМП на основі доходу від реалізації готової продукції

Рік	Сума розподілу ВМП, грн	Дохід від реалізації готової продукції, грн	Коефіцієнти розподілу ВМП	Річна сума розподілу ВМП, грн
1	87000	114000	0,1562	13589
2	87000	108000	0,1479	12867
3	87000	97000	0,1329	11562
4	87000	84000	0,1151	10014
5	87000	76000	0,1041	9057
6	87000	67000	0,0917	7977
7	87000	50000	0,0685	5960
8	87000	44000	0,0603	5246
9	87000	38000	0,0521	4533
10	87000	25000	0,0342	2976
11	87000	19000	0,0260	2262
12	87000	8000	0,0110	957
x	Разом	730000	1	87000

[авторська розробка]

Розглянувши таблицю 1 можна побачити, що використання 1-го способу (від початкової (первісної) суми ВМП) методу на основі доходу від реалізації готової продукції забезпечує повний розподіл ВМП протягом встановленого строку.

В таблиці 2 здійснено включення ВМП у послідуючі періоди за 2-м способом (від залишкової (поточної) суми ВМП) методу на основі доходу від реалізації готової продукції.

Таблиця 2

Розрахунок 2-го способу (від залишкової (поточної) суми ВМП) методу розподілу ВМП на основі доходу від реалізації готової продукції

Рік	Сума розподілу ВМП, грн	Дохід від реалізації готової продукції, грн	Коефіцієнти розподілу ВМП	Річна сума розподілу ВМП, грн
1	87000	114000	0,1562	13589
2	73411	108000	0,1479	10857

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Продовження таблиці 2

Рік	Сума розподілу ВМП, грн	Дохід від реалізації готової продукції, грн	Коефіцієнти розподілу ВМП	Річна сума розподілу ВМП, грн
3	62554	97000	0,1329	8313
4	54241	84000	0,1151	6243
5	47998	76000	0,1041	4997
6	43001	67000	0,0917	3943
7	39058	50000	0,0685	2675
8	36383	44000	0,0603	2194
9	34189	38000	0,0521	1781
10	32408	25000	0,0342	1108
11	31300	19000	0,0260	814
12	30486	8000	0,0110	30486
х	Разом	730000	1	87000

[авторська розробка]

На базі результатів прорахунку 2-го способу (від залишкової (поточної) суми ВМП) методу на основі доходу від реалізації готової продукції (табл. 2) можна стверджувати, що ВМП в останньому році не списуються відповідно до коефіцієнту розподілу ВМП, а включаються у витрати періоду (30486 грн).

Висновки. Аллокацію (від англ. *allocation – розподіл, розміщення*) ВМП можна здійснювати за методом на основі доходу від реалізації готової продукції.

Доходом (виручкою) від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг) є загальний дохід (виручка) від реалізації продукції, товарів, робіт або послуг без вирахування наданих знижок, повернення раніше проданих товарів та непрямих податків і зборів (податку на додану вартість, акцизного податку тощо) [7].

Дохід (виручка) від реалізації готової продукції є частиною загального доходу (виручки) від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг) і може бути основою для застосування відповідного методу розподілу ВМП.

Шерінг (від англ. *sharing* – розподіл, поділ) ВМП можна робити за двома способами методу на основі доходу від реалізації готової продукції: 1) із первісної (початкової) суми ВМП; 2) із залишкової (поточної) суми ВМП.

Список використаних джерел:

[1] Методичні рекомендації щодо заповнення форм фінансової звітності (Наказ Міністерства фінансів України). № 433. (2013). Вилучено з : https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0433201-13/conv#Text.
[2] План рахунків бухгалтерського обліку активів, капіталу, зобов'язань і господарських операцій підприємств і організацій (Наказ Міністерства фінансів України). № 1591. (2011). Вилучено з : https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1557-11#Text.
[3] Інструкція про застосування Плану рахунків бухгалтерського обліку активів, капіталу, зобов'язань і господарських операцій підприємств і організацій (Наказ Міністерства фінансів України). № 291. (1999). Вилучено з : https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0893-99#Text.
[4] Національне положення (стандарт) бухгалтерського обліку 1 "Загальні вимоги до фінансової звітності": Наказ Міністерства фінансів України від 07 лютого 2013 р. № 73. Вилучено з : https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0336-13#Text.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[5] Deferred Expenses (March 12, 2024). Вилучено з : https://www.under30ceo.com/terms/deferred-expenses/.
[6] Національне положення (стандарт) бухгалтерського обліку 9 "Запаси" (Наказ Міністерства фінансів України). № 246. (1999). Вилучено з: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0751-99#Text.
[7] Національне положення (стандарт) бухгалтерського обліку 15 "Дохід" (Наказ Міністерства фінансів України). № 290. (1999). Вилучено з: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0860-99#Text.
[8] Положення (стандарт) бухгалтерського обліку 3 "Звіт про фінансові результати" (Наказ Міністерства фінансів України). № 87. (1999). (втратив чинність на підставі Наказу Міністерства фінансів України). № 73. (2013). Вилучено з : https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0397-99#Text.

USING THE METHOD OF ALLOCATING DEFERRED EXPENSES BASED ON INCOME FROM THE SALE OF FINISHED PRODUCTS

Petro Suk
Doctor of Economic Sciences, Professor,
Professor of the Department of Accounting and Taxation
Separate division of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine «Nizhyn Agrotechnical Institute», Ukraine

Summary. *The content of deferred expenses and specifics of their reflection in accounting and financial statements are determined. The international experience of accounting for deferred expenses is studied. The necessity of using methods for allocating deferred expenses is clarified. The essence of income (revenue) from the sale of products (goods, works, services) is revealed. It is proposed to apply the method of allocating deferred expenses based on income from the sale of finished products. The technology of calculating the method of allocating deferred expenses based on income from the sale of finished products is presented. The method of allocating deferred expenses based on income from the sale of finished products is calculated using the example. Two ways of calculating the method of allocating deferred expenses based on income from the sale of finished products are characterized: 1) from the primary (initial) amount of deferred expenses; 2) from the residual (current) amount of deferred expenses.*
Keywords: *deferred expenses, accounting, financial statements, income from the sale of finished products, methods of allocating deferred expenses.*

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ARTICLE

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.030

ОСОБЛИВОСТІ ОБЛІКУ ВИТРАТ І КАЛЬКУЛЮВАННЯ СОБІВАРТОСТІ ПРОДУКЦІЇ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Мошковська Олена Анатоліївна
професор, доктор економічних наук, професор
Кафедра обліку та оподаткування
Державний торговельно-економічний університет, м. Київ, Україна

Анотація. *У статті розглянуто специфічні характеристики сільськогосподарської діяльності, що зумовлюють особливий підхід до організації бухгалтерського обліку. Визначено ключові фактори, які впливають на методику обліку, оцінку активів, формування фінансових результатів та звітності аграрних підприємств. Автором зазначається, що бухгалтерський облік в аграрному виробництві має свою специфіку, яка полягає у біологічному характері виробництва, сезонності, тривалому циклі вирощування продукції, залежності від природно-кліматичних умов, а також у наявності різноманітних видів діяльності, що включають рослинництво, тваринництво, переробку та реалізацію. Вдосконалення процесу калькуляції вартості продукції аграрних підприємств, в сучасних умовах господарювання, є комплексним завданням, яке потребує системного підходу, врахування галузевих особливостей та використання сучасних методів та інструментів обліку*

Ключові слова: *сільське господарство, бухгалтерський облік, особливості, калькуляція, вдосконалення, методика.*

Постановка проблеми. Сільське господарство є однією з найважливіших галузей економіки України, яка в умовах військової агресії забезпечує продовольчу безпеку держави та формує значну частину ВВП. Водночас, специфіка сільськогосподарського виробництва зумовлює необхідність адаптації бухгалтерського обліку до умов, що суттєво відрізняються від інших сфер господарювання. При цьому аграрний сектор є галуззю, для якої характерна висока ресурсомісткість, відповідно в сільському господарстві витрати на виробництво продукції відіграють ключову роль у формуванні економічних результатів, а структура витрат, безпосередньо, визначає собівартість продукції, рівень прибутковості та конкурентоспроможність сільськогосподарського підприємства.

Аналіз досліджень та публікацій.

До проблем обліку сільськогосподарської продукції та калькуляції собівартості в останні роки зверталися такі дослідники, як Бездушна Ю.С. [1],

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Вакуленко В.Л., Мялковський В.А., Сяовей Л. [2], Демченко В.С., Денисюк І.М. [3], Здирко Н.Г., Іщенко Я.П. [4], Іщенко Я.П., Мельник О.С. [5], Коваль Л.В. [7], Овчарова Н.В., Кравченко О.В., Бобошко Р.М. [9], Подолянчук О.А., Коваль Н.І., Гудзенко Н.М. [10] та інші.

Вищезазаначені вчені системно розглянули питання класифікації витрат у сільському господарстві, методики калькулювання собівартості, проблеми обліку біологічних активів, а також впливу галузевих особливостей на формування фінансової звітності в сільському господарстві

Не зважаючи на те, що зазначена проблема знайшла своє висвітлення в науковій літературі, сучасні умови сільськогосподарського виробництва, зокрема воєнні дії, економічна нестабільність, зміни у законодавстві та цифровізація, вимагають розвитку методології обліку витрат і вдосконалення підходів до калькуляції собівартості продукції в аграрному секторі економіка.

Мета роботи. Метою статті є дослідження актуальних питань, пов'язаних із обліком витрат і калькулюванням собівартості продукції в аграрному виробництві, а також обґрунтування напрямів їх удосконалення з урахуванням тих викликів та потреб, які постали перед сільськогосподарськими підприємствами.

Виклад основного матеріалу.

В умовах воєнних дій та економічної нестабільності, що є їх наслідком, має місце порушення логістичних ланцюгів, зростання цін на ресурси та обмеження доступу до фінансування, що у сукупності формує нові виклики для аграрного сектору. Вищенаведені виклики зумовлюють необхідність збільшення обсягів виробництва на сільськогосподарських підприємствах при одночасному зниженні собівартості продукції, щоб забезпечити її конкурентоспроможність на внутрішньому та зовнішньому ринках. Вирішення цього завдання пов'язане із необхідністю фрмування чітко організованої системи обліку витрат в аграрному виробництві, яка, з точки зору бухгалтерського обліку, має свої специфічні особливості (рис. 1).

Таким чином, особливості сільськогосподарського виробництва формують унікальне економічне середовище для ведення бухгалтерського обліку, в якому витрати є центральною ланкою управлінської та фінансової аналітики.

При цьому, особливості, наведені вище, вимагають того, щоб бухгалтерія сільськогосподарських підприємств мала можливість орієнтуватися на гнучкий підхід, який потребує адаптації облікової практики до тих факторів, що об'єктивно впливають на організацію обліку витрат. Врахування факторів, наведених вище, є необхідною умовою для забезпечення достовірності та повноти фінансової звітності та ефективного управління аграрними підприємствами, відповідно до регуляторної бухгалтерської практики.

Отже, окрім того, особливістю бухгалтерського обліку в сільському господарстві є особливий порядок його регулювання. Національне Положення (стандарт) бухгалтерського обліку 30 «Біологічні активи» (НП(С)БО 30) визначає методологічні засади формування інформації стосовно біологічних активів та сільськогосподарської продукції, отриманої внаслідок біологічних перетворень.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License



Рис. 1 Специфіка аграрного виробництва, що впливає на бухгалтерський облік
(складено автором)

Метою НП(С)БО 30 є забезпечення достовірного відображення таких активів у фінансовій звітності підприємств аграрного сектору . Існують також норми, що мають уточнюючий характер по відношенню до НП(С)БО 30 [11].

Відповідно до Методичних рекомендацій з планування, обліку і калькулювання собівартості продукції (робіт, послуг) сільськогосподарських підприємств, затверджених наказом Міністерства аграрної політики України №132 від 18.05.2001 р. [8], витрати визначаються як сукупність ресурсів,

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

використаних підприємством у процесі виробництва продукції, виконання робіт або надання послуг, при тому, що бухгалтерський облік цих витрат має відповідну специфіку (рис. 2).

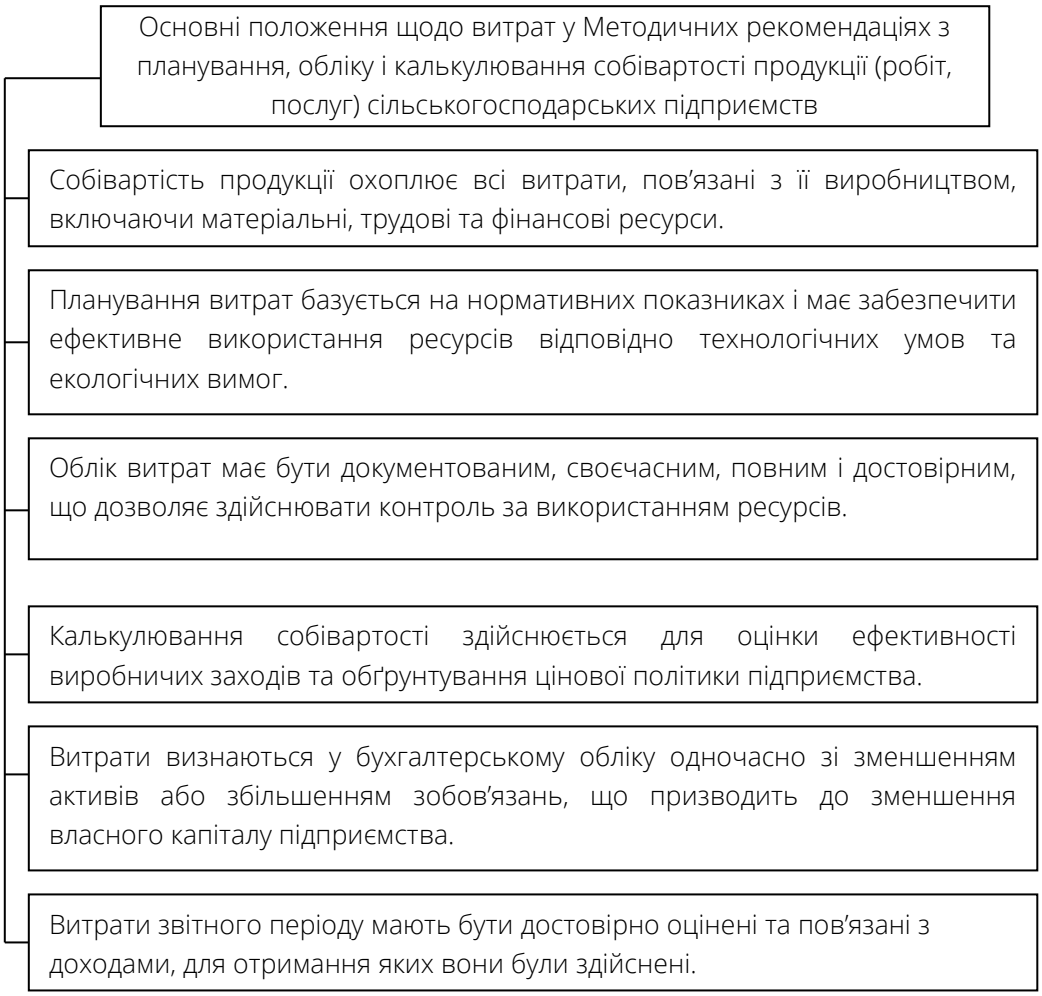


Рис. 2 Особливості обліку витрат сільськогосподарських підприємств відповідно Методичних рекомендації з планування, обліку і калькулювання собівартості продукції (робіт, послуг) сільськогосподарських підприємств (складено автором)

Вищенаведені положення спрямовані на забезпечення єдності в класифікації витрат, їх плануванні та обліку, що є основою для точного визначення собівартості продукції та ефективного управління фінансами аграрного підприємства.

У той же час, слід звернути увагу на наступне. В контексті трансформації аграрного сектору України та зростання вимог до ефективного управління витратами, виникає нагальна потреба у вдосконаленні Методичних рекомендацій з планування, обліку і калькулювання собівартості продукції (робіт, послуг) сільськогосподарських підприємств. Сучасні економічні умови, цифровізація облікових процесів, а також зміни у законодавстві вимагають перегляду ключових положень документа, який був затверджений ще у 2001 р.

Насамперед, необхідно актуалізувати нормативну базу рекомендацій відповідно чинного законодавства України та міжнародних стандартів

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

фінансової звітності. Це дозволить забезпечити правову узгодженість методики з сучасними вимогами фінансового та управлінського обліку.

Наступним важливим напрямом є адаптація методики до різних типів аграрних підприємств. Зокрема, слід передбачити спрощені підходи для малих фермерських господарств, а також більш деталізовані моделі для великих агрохолдингів. Така диференціація сприятиме підвищенню точності обліку та ефективності управлінських рішень [6].

Важливо також інтегрувати елементи управлінського обліку, які дозволяють здійснювати аналіз витрат, планування рентабельності та прогнозування фінансових результатів. Це забезпечить підприємствам можливість оперативного реагування на зміни ринкової кон'юнктури [4].

Окремої уваги заслуговує впровадження сучасних методів калькулювання, таких як облік за видами діяльності (Activity-Based Costing), що дозволяє більш точно розподіляти витрати та оцінювати ефективність окремих виробничих процесів.

Не менш важливим є врахування цифровізації аграрного сектору. Методичні рекомендації мають передбачати можливість інтеграції з електронними системами обліку, ERP-рішеннями та аграрними платформами, що значно підвищить прозорість і швидкість обробки даних.

З огляду на глобальні тенденції сталого розвитку, доцільно також включити положення щодо обліку витрат на екологічні заходи, соціальні програми та інші аспекти корпоративної відповідальності.

Що стосується калькуляції вартості продукції аграрного сектору, то вони пов'язані із тим, що виробничий процес у сільському господарстві, як вже зазначалося вище, має свої особливості.

У цьому контексті, доцільно враховувати, що сфера сільського господарства є неоднорідною за своєю структурою. Вона представлена рослинництвом, тваринництвом, допоміжним виробництвом.

У сільському господарстві виробничий процес має тривалий характер, переходить з одного календарного року на наступний, на кінець року залишаються значні залишки незавершеного виробництва. У рослинництві до них належать витрати на посів озимих зернових культур, багаторічних трав (звітного року та минулих років), підняття зябу, заготівлю органічних добрив. У зв'язку з вищенаведеним, виробничі витрати обліковують не лише за окремими об'єктами (культурами, групами культур, видами робіт, підрозділами на госпрозрахунку) у розрізі калькуляційних статей, але й розподіляють на:

- витрати минулих років під урожай поточного року;
- витрати звітного року під урожай цього ж року;
- витрати звітного року під урожай майбутніх років [4].

Внаслідок сезонності сільськогосподарського виробництва продукція надходить протягом року нерівномірно. Наприклад, у рослинництві в період сівби та збирання обсяг облікових операцій зростає, а в період сезонного затишшя – знижується.

Отриману готову продукцію, що надійшла протягом року від власного виробництва, оцінюють за плановою собівартістю. Наприкінці року, після складання звітних калькуляцій, планову собівартість доводять до рівня фактичної. Кінцеві фінансові результати діяльності підприємства (прибуток,

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

збиток) визначають після розрахунку фактичної собівартості реалізованої продукції, тобто після завершення календарного року [9]. Ці процеси фіксуються в обліковій політиці підприємства.

Тварини можуть обліковуватися як у складі основних, так і у складі оборотних засобів. Наприклад, основне молочне стадо корів обліковується у складі основних засобів, які частково поповнюються за рахунок молодняка, вирощеного у власному господарстві. Ця особливість викликає необхідність відображення в обліку переходу оборотних засобів в основні. У разі втрати тваринами племінної або продуктивної цінності через хворобу чи з інших причин відбувається зворотний процес: продуктивна худоба вибуває з основного стада і переводиться в оборотні засоби.

Продукція рослинництва, що надходить з виробництва, використовується всередині господарства на корми та насіння. Вищезазначене викликає необхідність окремого обліку товарної частини продукції, насіння і кормів. Масове надходження продукції у порівняно короткі строки з великих площ потребує дієвого контролю за її переміщенням у дорозі та в місцях зберігання [6].

Характерною особливістю сільськогосподарського виробництва є також те, що часто від однієї культури або виду худоби отримують кілька найменувань продукції. Вона буває основною, супутньою та побічною. Основною є продукція, заради якої вирощується дана культура. Наприклад, від зернових культур отримують основну продукцію – зерно, і побічну – солому. Якщо від однієї культури або технологічної худоби отримують кілька видів основної продукції, то така продукція називається супутньою. Так, у льонарстві отримують насіння льону та льоносолому, від основного стада корів – молоко і приплід. Побічна продукція надходить одночасно з основною, але має другорядне значення (наприклад, солома від зернових культур, бадилля картоплі та буряків, гній у тваринництві). Побічна продукція використовується всередині господарства для виробничих цілей: на корм худобі, для підстилки тваринам, на силосування, удобрення полів [4]. Вона ж дуже часто є продуктом непродуктивних витрат і втрат.

Для успішної діяльності сільськогосподарського підприємства на кожному етапі виробничої діяльності важливе місце займає контроль за зниженням рівня витрат і недопущенням, у крайньому випадку – зменшенням, непродуктивних витрат і втрат.

Для того щоб контроль був дієвим і базувався на достовірній інформації, дуже важливо правильно організувати потік первинної інформації, її групування та узагальнення. На жаль, значна кількість сільськогосподарських підприємств проблемі упередження, скорочення та усунення непродуктивних витрат і втрат не приділяють належної уваги. А інша їх частина взагалі воліє не акцентувати увагу на цій групі витрат, вважаючи їх незначними. Дослідження в галузі управління та зниження зазначеної групи витрат засвідчили, що існуюча в сільськогосподарських підприємствах організація первинного обліку і контролю не забезпечує отримання достовірної та повної інформації про непродуктивні витрати і втрати, а також не сприяє їх попередженню та нейтралізації [9].

З метою вирішення зазначеної проблеми, потрібно знати величину втрат на всіх етапах виробництва продукції тваринництва, рослинництва, її

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

зберігання, переробки, реалізації тощо. Тут і стане у нагоді правильно налагоджена система збору та реєстрації первинної інформації.

У цьому зв'язку, важливим напрямом вдосконалення калькулювання є впровадження сучасних методів обліку витрат, які мають враховувати особливості аграрного виробництва.

На сьогодні існує багато різних методів обліку витрат. Їх застосування зумовлюється не лише особливостями виробничого процесу, а й характером вироблюваної продукції, її складом, способом обробки та низкою інших чинників. Основну мету, яку має досягнути сільськогосподарське підприємство в процесі вибору методу обліку витрат, є забезпечення групування витрат за окремими об'єктами обліку, здійснення поточного контролю за витратами, а також впровадження одного з найважливіших принципів управлінського обліку – управління собівартістю продукції.

Зарубіжна практика свідчить про те, що в управлінському обліку система «директ-костинг» є найбільш зручною з точки зору досягнення зазначеної мети.

«Директ-костинг» – це система обліку виробничих витрат, яка дозволяє встановлювати зв'язки та пропорції між витратами і обсягами виробництва, отримувати інформацію про прибутковість і виробництво залежно від його обсягів, прогнозувати поведінку витрат. Розрахунок маржинального доходу дозволяє визначити більш вигідні продукти і, відповідно, внести зміни в асортиментну політику організації.

Облік неповної собівартості має низку переваг:

– за рахунок скорочення статей собівартості спрощується її планування, облік і контроль. Покращується контроль за управлінськими та комерційними витратами. Вони відображаються у Звіті про фінансові результати окремими рядками, що наочно показує їхній вплив на розмір прибутку від продажу;

– керівництво має змогу отримати оперативну інформацію про те, у скільки обходиться організації виробництво кожного виду продукції;

– дозволяє проводити ефективну цінову політику, встановлювати довгострокову і короткострокову нижню межу цін;

– дані обліку неповної собівартості продукції використовуються для прийняття короткострокових управлінських рішень щодо адаптації виробничої програми до ринкових умов [10].

Водночас слід зазначити недоліки системи «директ-костинг»:

– виникають труднощі при розподілі витрат на постійні та змінні, оскільки суто постійних і суто змінних витрат не так вже й багато. Крім того, в різних умовах одні й ті самі витрати можуть поводитися по-різному; проте розподіл витрат на постійні та змінні дозволяє визначити їхній вплив на прибуток;

– «директ-костинг» не дозволяє визначити точну ціну виробленої продукції та її повну собівартість;

– у цінах, що встановлюються на продукцію, необхідно забезпечити покриття всіх витрат компанії, тобто необхідно вдаватися до додаткових розрахунків [10].

Важливим кроком у процесі вдосконалення обліку витрат аграрних підприємств є автоматизація облікових процесів, оскільки використання спеціалізованих програмних продуктів (ERP-систем) дає аграрним підприємствам змогу оперативно збирати та аналізувати дані, знижуючи ризик

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

помилок і забезпечувати прозорість фінансової інформації. Цей напрямок особливо актуальний для великих аграрних підприємств, де обсяг даних, пов'язаних із витратами, є значним.

Також актуальною проблемою є удосконалення методики визначення справедливої вартості біологічних активів відповідно до міжнародних стандартів фінансової звітності. Це буде сприяти підвищенню інвестиційної привабливості аграрних підприємства та забезпечувати адаптацію бухгалтерської інформації відповідність вимогам зовнішніх користувачів фінансової інформації.

Слід зазначити, що сезонність виробництва та природні ризики, такі як посуха, заморозки чи шкідники, повинні бути враховані при формуванні калькуляції, а витрати, пов'язані з втратами врожаю або додатковими заходами захисту, мають бути враховані у процесі визначення собівартості продукції, щоб забезпечити реалістичність собівартості продукції та визначення її ціни.

Оптимізація структури витрат – ще один важливий аспект. Аналіз витрат дозволяє виявити неефективні статті, знизити собівартість за рахунок модернізації техніки, впровадження енергозберігаючих технологій, покращення логістики та управління ресурсами.

Таким чином, для ефективного управління господарською діяльністю сільськогосподарських підприємств необхідна інформація про фінансовий стан, важливим елементом якої є відомості про собівартість продукції. За допомогою контролю витрат на виробництво та правильного калькулювання собівартості аграрної продукції виникає можливість визначити резерви для підвищення рентабельності сільськогосподарського підприємства в цілому, що зумовлює важливість цього напряму бухгалтерського обліку.

Висновки. Проведене дослідження дозволяє зробити наступні висновки:

1. Бухгалтерський облік в аграрному виробництві має свою специфіку, яка полягає у біологічному характері виробництва, сезонності, тривалому циклі вирощування продукції, залежності від природно-кліматичних умов, а також у наявності різноманітних видів діяльності, що включають рослинництво, тваринництво, переробку та реалізацію. Така специфіка обумовлює необхідність застосування адаптованих методів бухгалтерського обліку, гнучкої калькуляції собівартості, окремого підходу до оцінки біологічних активів та розробки спеціалізованої облікової політики, яка враховує галузеві особливості та ризики.

2. Вдосконалення процесу калькулювання собівартості продукції аграрних підприємств, в сучасних умовах господарювання, є комплексним завданням, яке потребує системного підходу, врахування галузевих особливостей та використання сучасних методів та інструментів обліку. Саме комплексний підхід дозволить аграрним підприємствам підвищити конкурентоспроможність, забезпечити стабільний розвиток та ефективне управління фінансами.

Список використаних джерел:

[1] Бездушна Ю.С. Інформаційне забезпечення управління в аграрному секторі економіки: стан та перспективи удосконалення // Облік і фінанси. 2017. - № 4. С. 6-12.

[2] Вакуленко В.Л., Мялковський В.А., Сяовей Л. Організація системи інформаційного забезпечення управління витратами сільськогосподарських підприємств // Економіка та суспільство, 2023. №57. С. 1-6.

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[3] Демченко В.С., Денисюк І.М. Облік витрат і калькулювання собівартості продукції. Матеріали конференції Державного університету "Житомирська політехніка". 2019. URL: https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2019/01/346.pdf (дата звернення: 14.03.2021).
[4] Здирко Н., Іщенко Я. Організаційні основи побудови системи обліку витрат виробництва фермерських господарств // Економіка та суспільство, 2023. №50. С. 1-9.
[5] Іщенко Я.П., Мельник О.С. Правове забезпечення обліку витрат на виробництво сільськогосподарської продукції в Україні // Економіка, фінанси, менеджмент: актуальні питання науки і практики. 2019. № 8. С. 120–130.
[6] Каращенко В.С., Рибіцький О.Л. Ефективне управління фінансовими ресурсами у сільськогосподарських підприємствах // Економіка та суспільство. 2024. № 30. С. 1-13.
[7] Коваль Л.В. Особливості формування облікової політики у фермерських господарствах // Економіка, фінанси, менеджмент: актуальні питання науки і практики. 2018. № 5. С. 113–123.
[8] Методичні рекомендації з планування, обліку і калькулювання собівартості продукції (робіт, послуг) сільськогосподарських підприємств, затверджені наказом Міністерства аграрної політики України №132 від 18.05.2001 року. URL: https://document.vobu.ua/doc/4358
[9] Овчарова Н.В., Кравченко О.В., Бобошко Р.М. Формування обліково-аналітичного забезпечення управління витратами сільськогосподарських підприємств // Економіка та суспільство. 2021. № 30. С. 1-6.
[10] Подолянчук О.А., Коваль Н.І., Гудзенко Н.М. Облік в фермерських господарствах. – Київ : «Центр учбової літератури», 2019. 374 с.
[11] Національне положення (стандарт) бухгалтерського обліку 30 «Біологічні активи». Затверджено наказом Міністерства фінансів України від 18 листопада 2005 р. № 790. URL:https://magazine.faaf.org.ua/polozhennya-standart-buhgalterskogo-obliku-30-biologichni-aktivi.html

FEATURES OF COST ACCOUNTING AND CALCULATION OF PRODUCT COST IN AGRICULTURE

Olena Moshkovska
Professor, Doctor of Economic Sciences, Professor
Department of Accounting and Taxation
State University of Trade and Economics, Kyiv, Ukraine

Summary. *The article examines the specific characteristics of agricultural activity, which determine a special approach to the organization of accounting. The key factors that influence the accounting methodology, asset valuation, formation of financial results and reporting of agricultural enterprises are identified. The author notes that accounting in agricultural production has its own specifics, which consist in the biological nature of production, seasonality, long cycle of product cultivation, dependence on natural and climatic conditions, as well as the presence of various types of activity, including crop production, livestock breeding, processing and sales. Improving the process of calculating the cost of agricultural products in modern business conditions is a complex task that requires a systematic approach, taking into account industry specifics and the use of modern accounting methods and tools.*
Keywords: *agriculture, accounting, features, calculation, improvement, methodology.*

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ISSN 2710–3056

ARTICLE

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.031

РОЗРОБКА МАРКЕТИНГОВОЇ СТРАТЕГІЇ ДЛЯ НОВОЇ ТОВАРНОЇ ЛІНІЙКИ СНЕКОВОЇ КАТЕГОРІЇ

Петрова Ірина Леонідівна
доктор економічних наук,професор,
завідувач кафедри маркетингу та поведінкової економіки
Університет Економіки та Права «КРОК», Україна

Довгаленко В'ячеслав Сергійович
Магістр
Університет Економіки та Права «КРОК», Україна

Анотація. *Мета статті полягає в обґрунтуванні теоретико-методичних засад розробки маркетингової стратегії для виведення нової товарної лінійки на ринок, а також у наданні практичних рекомендацій щодо її реалізації. Для досягнення поставленої мети доведено важливість комплексного та системного підходу до маркетингової діяльності у процесі запуску нових продуктів, що включає аналіз зовнішнього маркетингового середовища, вивчення ринкових тенденцій, дослідження конкурентного середовища, сегментування та визначення цільової аудиторії, формування концепції та позиціонування, розробку і тестування продукції, стратегічне планування виробничих і збутових обсягів, вибір оптимальних каналів просування та створення комплексу маркетингових комунікацій. Особливу увагу приділено питанням управління потенційними ризиками, які можуть виникати на різних етапах упровадження нової товарної лінійки, зокрема ризику відмови споживачів від продукту, появи нових конкурентів чи негативної реакції ринку. Запропоновано заходи з мінімізації цих ризиків на основі своєчасного моніторингу ринку та оперативного реагування на зміни споживацьких настроїв. Також наведено результати застосування розроблених рекомендацій, які демонструють їхній позитивний вплив на зміцнення конкурентних позицій, розширення асортименту, зростання обсягів продажів і підвищення ефективності маркетингової діяльності. Подальші дослідження рекомендується спрямувати на пошук нових методик та інструментів для глибшого аналізу споживацьких уподобань, розширення використання цифрових технологій у маркетингових комунікаціях та розроблення системи показників ефективності для оцінки реалізованих стратегій у різних продуктових категоріях.*

Ключові слова: *інновації; інноваційна діяльність, планування, нова товарна лінійка, маркетингова стратегія.*

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Глобалізаційні процеси, цифровізація логістичних ланцюгів і трансформація споживчої поведінки диверсифікують конкурентний ландшафт FMCG-сектору. У цих умовах традиційні методи виведення нового продукту потребують суттєвого перегляду. Зростаюча

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

вибагливість споживачів до здорових і функціональних складових, скорочення часу прийняття рішення та підвищена чутливість до цін формують додаткові виклики для виробників снекової продукції [8].

За даними Deloitte (2025) понад 62 % українських споживачів під час війни обирають бренди, які демонструють соціальну відповідальність, зокрема етичне постачання сировини та екологічне пакування.[11] Таким чином, стратегічне планування нової товарної лінійки повинно враховувати не лише економічну доцільність, а й ESG-параметри.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.Актуальність дослідження посилюється необхідністю швидкої адаптації підприємств до постковідних коливань ланцюгів постачання та інфляційного тиску на собівартість [10]. Тому ключовим фактором успіху стає здатність компанії інтегрувати дані маркетингової аналітики в операційні процеси та приймати рішення на основі evidence-based підходів.

Класичні концепції стратегічного маркетингу, описані у фундаментальних працях Філіпа Котлера та Кевіна Келлера [1], Гері Армстронга [2], а також теорія конкурентних переваг Майкла Портера [3], створюють ґрунтовну основу для формування загальних стратегічних підходів. Ці теорії надають ефективні інструменти для аналізу конкурентного середовища, сегментування ринків та розробки довгострокових планів розвитку. Водночас, у сучасних умовах високої динамічності ринку FMCG, класичні підходи не повною мірою враховують специфіку категорій зі скороченим життєвим циклом продукту, який у сегменті снеків може складати лише 12–18 місяців. Особливістю таких категорій є висока швидкість ротації асортименту, а також постійна необхідність інноваційної диференціації, де частка нових SKU (stock keeping unit) може сягати 35–45 % загального продуктового портфеля бренду.

На цьому тлі особливої актуальності набувають сучасні підходи до розробки маркетингової стратегії, які дозволяють оперативно адаптуватися до змін споживчого попиту. Зокрема, модель STP-планування (Segmentation – Targeting – Positioning) забезпечує чітке сегментування споживачів, визначення цільових аудиторій та розробку унікального позиціювання для нової лінійки бренду. Вона дозволяє підприємствам формувати диференційовані ціннісні пропозиції відповідно до специфічних потреб та очікувань окремих груп споживачів, таким чином підвищуючи ефективність комунікації та продажів.

Окрім цього, сучасний маркетинг все більше спирається на концепцію Customer Journey Map, яка дає змогу детально проаналізувати кожну точку взаємодії споживача з брендом. За даними McKinsey & Company (2025), бренди, які інтегрують customer journey аналіз та оптимізують клієнтський досвід більш ніж у чотирьох точках взаємодії, здатні підвищити рентабельність продажів на 18 %, порівняно з конкурентами, що використовують одноканальні підходи [12]. У контексті виведення нової товарної лінійки цей підхід є ключовим для забезпечення високої лояльності споживачів, що в подальшому може суттєво скоротити витрати на залучення нових клієнтів.

Українські автори, Л.В. Балабанова В.В. Холод. І.В. Балабанова [7], у своїх роботах активно обговорюють використання бенчмаркінгу як важливого інструменту інноваційного розвитку компаній, однак недостатньо уваги приділяють питанням практичної інтеграції отриманих інсайтів у digital-стратегії

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

брендів. Особливо це стосується використання аналітичних даних з бенчмаркінгу для формування персоналізованих цифрових комунікацій, таргетованої реклами, email-маркетингу та контент-стратегії, що має критичне значення саме при запуску нової товарної лінійки.

Крім того, Петрова та Рогов (2025) [13] доводять, що SEO-оптимізація як сучасний цифровий інструмент дозволяє суттєво збільшити органічний трафік, розширити базу споживачів і підвищити прибутковість продажів, посилюючи ефективність реалізації маркетингової стратегії підприємства

Ще одним важливим аспектом, який недостатньо висвітлений в українських наукових дослідженнях, є синергія традиційного та цифрового POS-мерчандайзингу для просування крос-канальних продуктів. При запуску нової лінійки снеків необхідно ефективно інтегрувати онлайн-комунікації (наприклад, таргетовану рекламу в соціальних мережах, influencer-маркетинг, програмні закупівлі реклами) та офлайн-інструменти (промо-стенди, дегустації, трейд-маркетингові акції у точках продажу). Поєднання цих двох каналів може значно посилити сприйняття нового продукту споживачем та забезпечити швидке формування впізнаваності і лояльності бренду.

Мета статті. Розробити комплексну маркетингову стратегію, яка включає:

- поглиблений аналіз ринкового потенціалу нової товарної лінійки;
- визначення і чітке сегментування споживчих груп;
- формування унікального позиціювання на основі ціннісної пропозиції;
- інтеграцію сучасних digital-інструментів;
- створення ефективної моделі просування з використанням синергії онлайн- та офлайн-каналів.

Застосування такого підходу дозволить новій товарній лінійці бренду швидше завоювати свою частку на ринку, забезпечити стабільний обсяг продажів та закріпити довгострокову конкурентну перевагу завдяки високому рівню адаптивності до змін ринку і споживчих уподобань.

Виклад основного матеріалу дослідження.Дослідження було спрямоване на розробку ефективної маркетингової стратегії для виведення на ринок нової товарної лінійки у сегменті снекової продукції. На першому етапі здійснено аналіз вторинних даних з відкритих джерел, включаючи аналітичні звіти консалтингових компаній, статистику роздрібного обігу та динаміку категорійного зростання у суміжних сегментах. Це дозволило ідентифікувати основні тренди, рівень конкурентної насиченості ринку та зміни у споживчих уподобаннях.

На другому етапі для визначення ринкового потенціалу застосовано модель MPI, що агрегує 6 блоків факторів: макроекономічні показники, конкурентний тиск, обсяг споживання, логістична доступність, технологічна зрілість та регуляторне середовище. Вагові коефіцієнти w_i встановлені шляхом парної порівняльної матриці Сааті (CR ≤ 0,1). Обчислення здійснені за формулою (1).

$$MPI = \sum (w_i \times S_i) \quad (1)$$

Для прогнозування дифузії новинки обрана модель Басса, оскільки вона дозволяє розмежувати інноваційних та імітаційних споживачів через коефіцієнти p та q. Вибір параметрів базувався на даних про запуск аналогічних продуктів у 2019-2023 рр., що дозволило нормалізувати вплив воєнного стану на споживчі витрати.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Оцінка параметрів здійснювалась методом найменших квадратів із використанням функції curve_fit бібліотеки SciPy. Модель має форму (2):

$$S(t) = m \cdot (p + q)^2[p + q \cdot e\text{^}\{-(p+q)t\}] \quad (2)$$

де m – потенціал ринку (оцінений у 72 млн USD), p – коефіцієнт інноваційних впливів, q – коефіцієнт імітаційних впливів, t – час у місяцях. На підставі ітеративних розрахунків отримано p = 0,03 та q = 0,38 (MAPE = 4,2 %).

Обчислення MPI виявило найбільший потенціал для Центрального макрорегіону (0,78) завдяки високій концентрації торгових точок modern trade та розвиненій last-mile логістиці. Друге місце посів Західний регіон (0,74), де спостерігається стабільний приріст туристичного трафіку навіть у воєнний час. Найнижчий показник зареєстровано на Північному сході (0,58) через зниження купівельної спроможності населення.

Модель Басса засвідчила, що за оптимальної комбінації ATL- та BTL-активностей плановий пік продажів буде досягнуто на 16-му місяці, а кумулятивний обсяг продажів перевищить 7,8 млн одиниць. Чутливість до рекламного бюджету показала, що зниження p з 0,03 до 0,02 подовжує період виходу на самоокупність на 2,5 місяці.

На рисунку 1 подано ретроспективну динаміку ємності ринку снеків; рисунок 2 демонструє структуру споживчих сегментів, зокрема зростання healthy-категорії на 4 р.р. у 2024 р. Рисунок 3 візуалізує маркетингову воронку, в якій найбільші втрати (-30 %) фіксуються на етапі переходу від розгляду до пробної покупки, що зумовлює необхідність активації механік «перший-плюс-безкоштовно» та дегустацій у ритейлі.

Таблиця 1 систематизує стратегічні альтернативи за матрицею Ансоффа. Найбільш доцільною виявилась стратегія диверсифікації, оскільки рівень насиченості існуючого ринку сягає 0,82 за індексом HDI (Horizontal Differentiation Index). Разом з тим, сценарій розвитку продукту через модифікацію смакових профілів, як приклад :«chili lime» та «truffle parmesan» може забезпечити ROI на рівні 27 % проти 19 % у базовому сценарії проникнення.

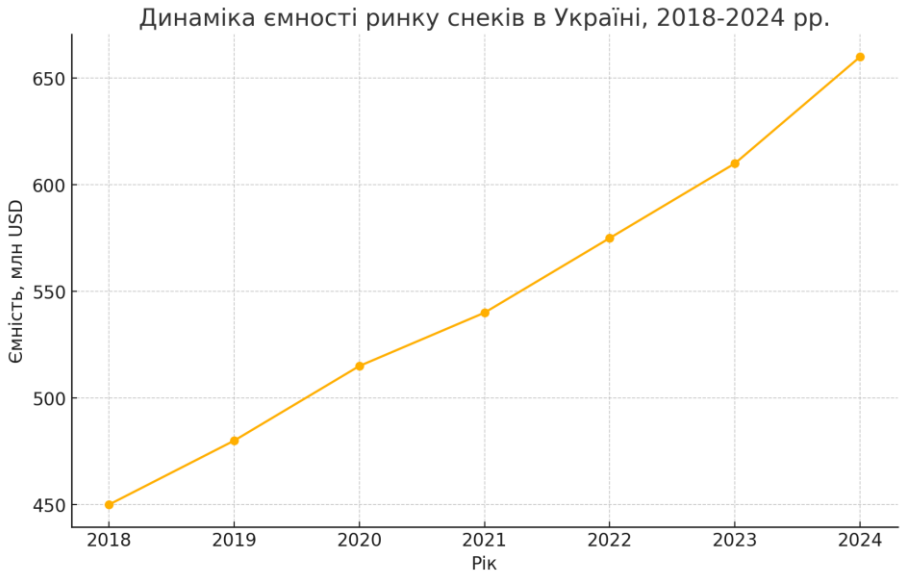


Рис. 1 Динаміка ємності ринку снеків в Україні, 2018-2024 рр.[8]

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

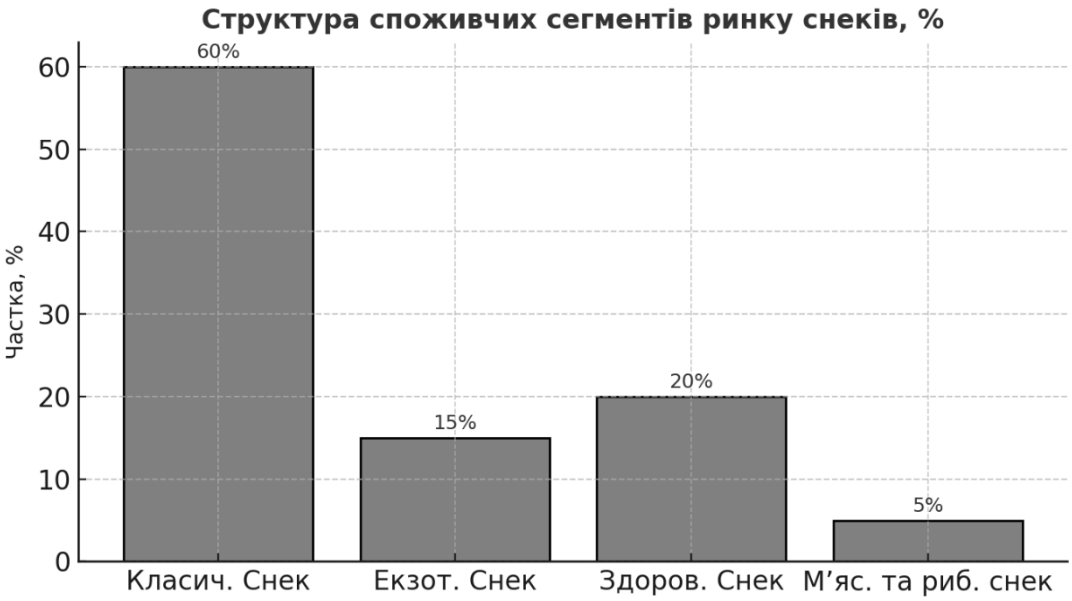


Рис. 2 Структура споживчих сегментів снекового ринку України [8]



Рис. 3 Модель маркетингової воронки для нової товарної лінійки [5]

Таблиця 1

Стратегічні альтернативи за матрицею Ансоффа

Продукція/Ринок	Існуючий продукт	Новий продукт
Існуючий ринок	Проникнення на ринок	Розвиток продукту
Новий ринок	Розвиток ринку	Диверсифікація

Взято з [4].

«Стратегічні альтернативи за матрицею Ансоффа» структуровано демонструє чотири класичні напрями стратегічного розвитку продуктового портфеля підприємства, що визначаються за двома основними осями: «Продукт» (існуючий або новий) і «Ринок» (існуючий або новий).

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Кожна клітинка матриці пропонує відповідну стратегічну альтернативу:

1. Проникнення на ринок (існуючий ринок / існуючий продукт) – передбачає інтенсифікацію збуту та маркетингових зусиль щодо продуктів, які вже існують у компанії, для закріплення позицій на поточних ринках. Це може реалізовуватись шляхом посилення реклами, оптимізації цінових політик, промо-кампаній та покращення дистрибуції.

2. Розвиток продукту (існуючий ринок / новий продукт) – передбачає створення та виведення на вже освоєний ринок нових продуктів чи модифікацію існуючих. Ця стратегія є особливо актуальною для компаній, які прагнуть задовольнити нові потреби своїх постійних клієнтів і підвищити їхню лояльність.

3. Розвиток ринку (новий ринок / існуючий продукт) – передбачає пошук нових споживачів або вихід на нові географічні та демографічні сегменти з уже наявними продуктами. Це можуть бути нові регіони, міжнародні ринки або нові споживчі сегменти, які раніше не були охоплені.

4. Диверсифікація (новий ринок / новий продукт) – найбільш ризикована, але потенційно дуже прибуткова стратегія, яка передбачає одночасний вихід на новий ринок із абсолютно новим для компанії продуктом. Диверсифікація дозволяє мінімізувати ринкові ризики завдяки розподілу ресурсів між різними ринковими сегментами та продуктовими категоріями.

В контексті розробки маркетингової стратегії для нової товарної лінійки бренду, зокрема у сфері снекової продукції, саме стратегія диверсифікації (новий ринок / новий продукт) була визначена як найбільш перспективна, враховуючи насиченість існуючого ринку та потребу у диференціації за рахунок нових смакових та інноваційних рішень. Проте також доцільним є часткове застосування стратегії розвитку продукту через додавання унікальних варіантів снеків, що дозволить бренду швидше зайняти стабільні позиції та забезпечити бажаний рівень прибутковості.

Дослідження доводить, що інтегральний підхід до розробки маркетингової стратегії, який поєднує економетричне моделювання, якісну експертизу та бенчмаркінг, забезпечує вищу точність прогнозу та адаптивність у динамічному середовищі. Запропонована стратегія дозволяє скоротити час виходу на точку беззбитковості до 11 місяців та підвищити маржу на 6 р.р. завдяки чіткій сегментації та персоналізованим digital-активностям.

Обмеження дослідження пов'язані з волатильністю макроекономічних показників України в умовах воєнного стану, що може впливати на цінову еластичність попиту. Перспективи подальших досліджень вбачаються у використанні алгоритмів машинного навчання для динамічного управління портфелем SKU та впровадженні A/B-тестування промо-кампаній у реальному часі.

Висновки.Проведене дослідження підтверджує, що розробка та впровадження нової товарної лінійки потребує системного підходу, який поєднує глибокий аналітичний аналіз, стратегічне планування та інтеграцію сучасних інструментів маркетингових комунікацій. Використання економетричних моделей, таких як модель Басса для прогнозування дифузії інновацій, та індексу ринкового потенціалу (MPI) для оцінювання привабливості

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

регіонів, дозволяє формувати обґрунтовані управлінські рішення, знижувати рівень невизначеності та більш точно прогнозувати обсяги продажів.

Результати роботи доводять, що поєднання традиційних маркетингових підходів із сучасними digital-інструментами, зокрема таргетованою рекламою, персоналізованим контентом та аналітикою поведінки споживачів, сприяє підвищенню ефективності комунікацій та забезпечує швидше виведення продукту на заплановану частку ринку. Особливе значення має синергія онлайн та офлайн каналів просування, що дає змогу формувати цілісний споживчий досвід і збільшувати рівень лояльності цільової аудиторії.

Практична цінність запропонованої методики полягає в її універсальності — вона може застосовуватися підприємствами різних галузей, незалежно від специфіки продукції, рівня конкуренції чи географічного охоплення ринку. Окрім цього, модель дозволяє адаптувати інструменти маркетингу залежно від змін зовнішнього середовища, поведінки споживачів та технологічних трендів.

Подальші наукові розвідки доцільно спрямувати на поглиблення методів аналізу великих масивів даних, впровадження алгоритмів машинного навчання для оптимізації продуктових портфелів, а також використання наскрізного A/B-тестування у реальному часі для підвищення точності оцінки ефективності маркетингових кампаній. Очікується, що такі підходи дозволять підприємствам підвищити адаптивність, скоротити час виходу на точку беззбитковості та забезпечити стійке зростання в умовах високої мінливості ринкового середовища.

Список використаних джерел:

[1] Kotler, P., & Keller, K. L. Marketing Management (16th ed.).
[2] Armstrong, G., & Kotler, P. . Principles of Marketing (18th ed.).
[3] Porter, M. E. (2004). Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors.
[4] Ansoff, H. I. (1965). An Analytic Approach to Business Policy for Growth and Expansion
[5] Д. Міллер Воронка продажів по методу StoryBrand
[6] Бланк, І. А. (2020). Маркетинг: навчальний посібник. КНЕУ.
[7] Л.В. Балабанова В.В. Холод. І.В. Балабанова(2021). Стратегічний маркетинг.
[8] NielsenIQ. (2025). Snack Category Report Ukraine.
[9] Дудкін, В. М. (2023). Бенчмаркінг у маркетингових дослідженнях. Маркетинг і менеджмент інновацій.
[10] State Statistics Service of Ukraine. (2024). Retail Trade Turnover 2018-2024.
[11] Deloitte. (2025). Global Human Capital Trends
[12] McKinsey & Company. (2025). European Consumer Spending Trends
[13] Ефективність SEO – інструментів у реалізації маркетингової стратегії підприємства. Петрова І.Л., Рогов О.Л. Бізнес-інформ. 2, 532–541.https://www.business-inform.net/export_pdf/business-inform-2025-2_0-pages-532_541.pdf

DEVELOPMENT OF A MARKETING STRATEGY FOR A NEW PRODUCT LINE IN THE SNACK CATEGORY

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Petrova Iryna Leonidivna
Doctor of Economic Sciences, Professor,
Head of the Department of Marketing and Behavioral Economics
University of Economics and Law 'KROK', Ukraine
Dovhalenko Viacheslav Sergiyovich
Master's Degree
University of Economics and Law 'KROK', Ukraine

Summary. *The purpose of the article is to substantiate the theoretical and methodological foundations for developing a marketing strategy for launching a new product line to the market, as well as to provide practical recommendations for its implementation. To achieve this goal, the study highlights the importance of a comprehensive and systematic approach to marketing activities in the process of introducing new products, which includes analyzing the external marketing environment, studying market trends, examining the competitive landscape, segmenting and identifying the target audience, forming the concept and positioning, developing and testing products, strategically planning production and sales volumes, selecting optimal promotion channels, and creating an integrated marketing communications mix. Particular attention is given to managing potential risks that may arise at various stages of introducing a new product line, such as consumer rejection, the emergence of new competitors, or negative market reactions. Measures to minimize these risks are proposed, based on timely market monitoring and prompt responses to changes in consumer sentiment. The article also presents the results of applying the developed recommendations, demonstrating their positive impact on strengthening competitive positions, expanding the product range, increasing sales volumes, and improving the overall efficiency of marketing activities. Further research is recommended to focus on exploring new methods and tools for deeper analysis of consumer preferences, expanding the use of digital technologies in marketing communications, and developing a system of performance indicators to assess the effectiveness of implemented strategies across various product categories.*
Keywords*:innovations, innovative activity, planning, new product line, marketing strategy.*

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ARTICLE

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.032

CHALLENGES TO THE ECONOMIC SECURITY OF SMALL AND MEDIUM-SIZED BUSINESSES IN GEORGIA

SCIENTIFIC RESEARCH GROUP:

Maka Sosanidze
Doctor of Economics Associate Professor
Gori State University, Gori, Georgia

Nanuli Kokashvili
Doctor of Economics Associate Professor
Gori State University, Gori, Georgia

Leila Mamulashvili
Doctor of Economics Professor
Gori State University, Gori, Georgia

Lali Osadze
Doctor of Economics Associate Professor
Gori State University, Gori, Georgia

Summary. *Small and medium-sized businesses (SMEs) are a firm pillar of a country's economic system, playing a significant role in both job creation and strengthening regional development. In Georgia, SMEs account for more than 95% of all registered companies, although their share of the gross domestic product is still limited. The reason for this is a number of systemic and economic challenges that threaten the economic security of SMEs. This paper analyzes the main security problems of small and medium-sized businesses, such as difficulty in accessing finance, inflationary processes, instability of the regulatory environment, vulnerability to economic shocks, and technological backwardness.*
Keywords: *Economic security, economic growth, technological backwardness*

Introduction. In today's global economy, small and medium-sized businesses (SMEs) are one of the main driving forces behind development and stable economic growth. As a fundamental segment of the economy, SMEs ensure the emergence of innovations, the creation of new jobs, and the promotion of regional development. For Georgia, as a country with a transitional economy, the development of SMEs is not only a necessity for social and economic progress but also a significant condition for the country's competitiveness and sustainability.

However, despite this sector's vital importance, it faces numerous challenges, especially regarding economic security. Economic security includes not only physical

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

protection but also a whole set of factors that hinder or risk a business's sustainable functioning and growth.

Economic security implies a business's ability to withstand external shocks, maintain operational stability, have resources for long-term development, and be competitive. The economic security of small and medium-sized businesses in Georgia is still weak.

The economic security problems facing SMEs in Georgia are multidimensional. They include both internal and external factors, ranging from complex regulatory and bureaucratic barriers to limited access to finance and unstable market conditions. These problems significantly reduce business competitiveness, hinder the attraction of investments, and increase the risk of failure.

This paper aims to thoroughly study these problems, analyze their impact on the Georgian economy, and develop specific, actionable recommendations that will help strengthen the economic security of SMEs. Identifying problems and finding effective solutions is essential for SMEs to fully realize their potential and remain a pillar of the country's economic progress.

Such research is especially important against the backdrop of an increasingly interconnected global economy and frequently changing environmental conditions. Accordingly, small and medium-sized businesses must be protected and adaptable to drive innovative development and positively impact the country's socio-economic progress.

Research Methodology

This paper is based on theoretical and empirical analysis methods, which ensures a multifaceted and in-depth study of the problem. The main stages of the research include:

1. Literature Analysis
2. Qualitative Analysis: Analysis was used to study political documents, reports, and expert opinions.
3. Empirical Data Analysis: The research used official statistical data from the National Statistics Office of Georgia (Geostat), the National Bank of Georgia, international financial institutions (for example, the World Bank, the European Bank for Reconstruction and Development), and other organizations.

Literature Review

Issues of small and medium-sized business security are relatively widely discussed in international literature, although research focused on Georgia is rather scarce.

Georgian Literature

Several local studies are dedicated to the analysis of the role and problems of SMEs in Georgia. For example, business environment monitoring projects in Georgia, such as the CRRC study "Georgia's Business Environment" (2022), reflect the general economic and legal challenges facing SMEs. The study specifically highlights the problems of financial and credit accessibility, vulnerability to security risks, and the shortage of human resources.

Official data from the National Statistics Office of Georgia (Geostat) confirms that SMEs are one of the main drivers of the economy, but they are often characterized by weak capitalization, insufficient investment opportunities, and

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

inadequate implementation of information technologies, which increases security risks (Geostat, 2023).

Also noteworthy are reports from organizations such as the Partnership Fund and the Small and Medium Business Association of Georgia (SMBA), which discuss the economic threats facing SMEs from both management and infrastructure perspectives.

Foreign Literature

World Bank. Various reports prepared by the World Bank ("Small and Medium Enterprises Finance," 2020) emphasize that SMEs are the primary source of economic development and employment in almost every country.

Ferreira P, Lima A, (2019) As the authors note, the existing literature on risk management (RM) is mainly focused on large companies, which leads to a lack of empirical data related to small enterprises. Although the number and importance of small and medium-sized enterprises in Western economies are growing, only a few academic studies are dedicated to the topic of risk management in SMEs.

O'Brien Isabel, (2025)According to the author, a 2025 report by the National Small Business Association found that when asked about the most important problems hindering the future growth and survival of their businesses, 59% of small business owners answered that it was "economic uncertainty". Uncertainty can lead to a kind of business paralysis, where small business owners forgo deals and postpone making key decisions.

For a small and medium-sized business, economic security implies the existence of conditions where the company can operate without hindrance, is not under excessive financial, legal, geopolitical, or market risks, and has the appropriate resources to achieve strategic goals. In Georgia, as in other developing economies, small and medium-sized businesses are particularly vulnerable to economic shocks, frequent regulatory changes, limited financial access, and external factors.Economic threats typical for small and medium-sized businesses in Georgia can be divided into the following categories:

1.Macroeconomic Threats These refer to large-scale economic events and processes that affect the entire country or a significant part of it and directly threaten the economic security of small and medium-sized businesses.

- Rising Inflation and Price Instability
- Currency Rate Volatility
- Instability of Economic Growth Rates

2. Financial Threats These include problems directly related to cash flow, access to capital, and financial risks that small and medium-sized businesses face.

- Limited Access to Financial Resources
- Underdeveloped Capital Market
- Liquidity Problems

3. Legal and Regulatory Threats

These include challenges that arise from an unstable and frequently changing legal environment.

- Frequent Legislative Changes
- Bureaucratic Barriers
- High Costs of Compliance with EU Standards

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

4. External and Geopolitical Threats

- Regional Conflicts and Political Instability
- Global Economic Shocks: (e.g., pandemic, energy crisis).

One of the biggest barriers to the economic security of SMEs in Georgia is limited access to capital. Although the activity of the banking sector in our country has increased in recent years, obtaining loans for small companies remains a difficult process, often due to high interest rates and strict collateral requirements. According to the National Bank of Georgia's (NBG) Credit Conditions Survey for the second quarter of 2024, the rejection rate for SME loans issued in the national currency has slightly increased.

In the second quarter of 2024, the annual growth of the business loan portfolio was 22.8%, which was mainly due to the growth of foreign currency loans, especially in the trade and construction sectors.

Many small and medium-sized businesses operate with limited liquidity, making them particularly vulnerable to unexpected costs or a decrease in revenue. This became especially clear during the COVID-19 pandemic: according to a 2022 report by the Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), 82% of small firms and 86% of medium-sized firms experienced problems with liquidity and reduced cash flow. By the end of 2020, after the pandemic, 5.4% of small firms and 2% of medium-sized firms had permanently closed, which is significantly higher than the rate for large companies (0.4%). This highlights the need to create emergency funds and implement effective cash flow management systems.

Regarding non-bank financing, Georgia has microfinance organizations (MFOs), leasing, factoring, and venture capital, but their contribution to SME financing remains limited.

According to 2024 data, out of 31 active MFOs in Georgia that generated a total net profit of 133.6 million GEL, only 4 million GEL was directed toward loans granted to businesses. This clearly indicates that the microfinance sector, despite its volume, is primarily focused on individual borrowers and makes a small contribution to business financing.

Although potentially useful, leasing is not diversified and is characterized by high interest rates in the local currency .Factoring services are relatively new, and the lack of regulation, banks' risk aversion, and low awareness among businesses hinder their development. The venture capital sector is also underdeveloped, with a small startup ecosystem (200-250 innovative startups) and a lack of specific legislation.

An important aspect of economic security is the management of operational risks. In Georgia, SMEs often face supply chain vulnerabilities. Global events such as logistical disruptions, regional conflicts (for example, the Russia-Ukraine war), or changes in transport routes directly affect their operations. In 2024, global supply chain disruptions increased by 38% compared to 2023.

Georgia's high economic openness and dependence on tourism mean that global and regional supply chain issues directly impact its businesses. Increased fuel costs and both global and local labor shortages directly increase transportation and operational expenses. In Georgia, companies can lose more than $67,000 per day due to a single delayed shipment.

Regarding the impact of inflation, despite the fact that inflation in Georgia slowed to 2% by the end of 2024 after its peak in 2021–2022 (approximately 10%), it

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

is expected to rise again to 5% by the third quarter of 2025 due to global energy and food prices, the Lari exchange rate, and domestic demand. As of March 2025, annual inflation was 3.5%. This directly increases the operating costs of SMEs, such as for raw materials, energy, and transportation.

Studies show that 84% of Georgian businesses reported being negatively affected by inflation in the last 24 months. In response, 95% of these businesses were forced to change their pricing strategies.

By the end 2025, 68% of businesses expect a decrease in profitability, and for small businesses, this indicator increases to 75%. The areas most affected by inflation are operating costs (for 70% of small businesses), supply chains, and consumer demand.

To mitigate inflation, the most frequently used strategy by businesses is increasing prices (63% of small businesses). Other important strategies include diversifying suppliers (30% of businesses) and postponing investment and employment plans (35% of businesses).

Labor Shortage

A labor shortage is a persistent problem in Georgia. According to official Geostat data, 125,269 people left the country in 2022, which is the highest figure in a decade. This trend is partly due to the opening of borders after the pandemic.

The economic impact of the labor shortage includes an estimated annual GDP loss of -26% and a value-added deficit of -21.2 billion GEL. The high unemployment rate among young people (30-40%) also indicates a general lack of employment opportunities and an insufficient number of talented professionals with relevant qualifications in the country.

Regulatory Environment and State Support

State policy can play a crucial role in strengthening the economic security of SMEs. In recent years, Georgia has taken significant steps toward simplifying business practices, which has been reflected in international rankings. However, the European Union's 2024 report on the business climate in Georgia notes that in trade with the EU, Georgian exports decreased by 18% in 2023. This is mainly due to the high cost of compliance with EU standards, the lack of accredited laboratories for European certification, and businesses' limited understanding of regulatory frameworks.

State programs such as "Produce in Georgia," the Micro and Small Entrepreneurship Support Program, and export promotion provide significant assistance to SMEs. In 2023, with the support of the agency, approximately 1,800 B2B meetings were held at international events.

Impact of External Shocks and the Political Environment

Due to its high trade openness and dependence on tourism, Georgia's economy, and consequently its SME sector, is particularly vulnerable to external shocks. A World Bank report from April 2025 notes that after a 9.4% growth in 2024, Georgia expects growth to slow down in 2025 (with a forecast of 5.5%). The report emphasizes the increase in regional geopolitical risks and reduced investor confidence.[1]

[1] World Bank, 2025

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Foreign direct investment (FDI) decreased from 5.2% of GDP in 2023 to 2.7% in 2024, which indicates a weakening of investor confidence.

Political events have also had a significant impact. Although Georgia received EU candidate status in December 2023, the announcement in November 2024 to suspend EU accession negotiations until 2028 caused civil unrest and negatively affected business confidence. According to the EU's 2024 report on the business climate in Georgia, 76.7% of surveyed companies named political instability as a major problem. Domestic tensions and polarization will likely have a negative impact on economic activity, tourism, and investor confidence.

The economic and financial security of small and medium-sized businesses in Georgia is a complex issue that requires continuous monitoring and a timely response to a changing environment. Improving access to capital, managing liquidity, reducing operational risks (including the supply chain), stabilizing and simplifying the regulatory environment, developing human capital, and technological adaptation are the main areas that need attention.

Investing in these areas, despite the challenges, is not just an expense but a strategic investment in the long-term sustainability and competitiveness of businesses and, ultimately, in the stable growth of the Georgian economy. The economic security of SMEs is an integral part of the country's national security, and strengthening it is in everyone's common interest.

In today's rapidly changing economic environment, simply surviving is no longer enough for small and medium-sized businesses; it's essential to strengthen economic security so that businesses can be resilient, withstand shocks, and maintain their growth rate.

Economic fluctuations, global or local crises, technological breakthroughs, and rapid changes in market demand all require not only quick adaptation but also long-term planning. Under these conditions, strengthening economic security becomes crucial to ensuring the sustainability and viability of a business. For a business, economic security means not only financial stability and protection from crises but also the company's ability to manage risks, adapt to a changing environment, effectively use available resources, and promote sustainable growth. It is a complex concept that includes financial management, risk assessment, technological innovations, human resource development, and continuous adaptation.

Conclusion

Small and medium-sized businesses (SMEs) are one of the main pillars of the Georgian economy, but their sustainable development and secure functioning depend on a number of systemic, structural, and environmental factors. The analysis clearly shows that SMEs still face many challenges, which significantly limit their competitiveness, growth opportunities, and long-term prospects.

These challenges not only reduce the efficiency of SMEs but also weaken the resilience of the entire economic system. Small and medium-sized businesses need strong institutional support, financial incentives, and access to educational and technological resources, which are important prerequisites for their development.

It's also worth noting that SME policy in Georgia often lacks consistency, is not sufficiently long-term oriented, and often only responds to short-term challenges.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

This creates systemic problems and increases the instability of the business environment.

In conclusion, strengthening economic security in the Georgian small and medium-sized business sector requires a complex approach that connects state support strategies and private sector involvement. It's necessary not only to diagnose problems but also to analyze them in depth and create adapted policies that ensure the long-term development and resilience of businesses to crises.

References:

[1] Chkhaidze, A. (2017). Perspectives on the Development of Small and Medium Business in Georgia. *Economic and Law Review*.
[2] Ferreira, P., & Lima, A. (2019). Risk management in SMEs: A systematic literature review and future directions. *ScienceDirect*. Retrieved from https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0263237319300751
[3] Hassid, J., & Komselis, A. S. (2011). *Theoretical Foundations of Entrepreneurship (Part III)*. Tbilisi.
[4] Japaridze, L. (2023). Crisis Management in Small and Medium-Sized Businesses: The Georgian Experience. *Journal of Management*.
[5] Kaplan, R. S., & Mikes, A. (2012). Managing risks: A new framework. *Harvard Business Review, 90*(6), 48–60.
[6] Ministry of Economy and Sustainable Development of Georgia. (2021). *Small and Medium-Sized Business Development Strategy 2021–2025*. Author.
[7] O'BRIEN, I. (2025). Why Economic Uncertainty is Worse Than Bad News for Small Business Owners. *Investopedia*. Retrieved from https://www.investopedia.com/small-business-uncertainty-11757120?utm_source
[8] OECD. (2020). *Enhancing SME resilience through better risk management*. OECD Publishing. Retrieved from https://www.oecd.org/publications/enhancing-sme-resilience-2020
[9] Smith, M. J. (2021). *Risk management in small and medium enterprises*. Routledge.
[10] World Bank Group. (2021). *Small and medium enterprises (SMEs) finance*. Retrieved from https://www.worldbank.org/en/topic/smefinance

ВИКЛИКИ ЕКОНОМІЧНІЙ БЕЗПЕЦІ МАЛИХ ТА СЕРЕДНІХ ПІДПРИЄМСТВ У ГРУЗІЇ

НАУКОВО-ДОСЛІДНА ГРУПА:
Мака Сосанідзе
доктор економічних наук, доцент
Горійський державний університет; Горі, Грузія
Нанулі Кокашвілі
доктор економічних наук, доцент
Горійський державний університет; Горі, Грузія
Лейла Мамулашвілі
Доктор економічних наук, професор
Горійський державний університет; Горі, Грузія
Лалі Осадзе
доктор економічних наук, доцент
Горійський державний університет; Горі, Грузія

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Анотація. *Малі та середні підприємства (МСП) є міцною опорою економічної системи країни, відіграючи значну роль як у створенні робочих місць, так і в регіональному розвитку. У Грузії МСП становлять понад 95% усіх зареєстрованих компаній, хоча їхня частка у валовому внутрішньому продукті все ще є обмеженою. Це пов'язано з низкою системних та економічних викликів, які загрожують економічній безпеці МСП. У цій статті аналізуються основні проблеми безпеки, з якими стикаються малі та середні підприємства, такі як труднощі з доступом до фінансування, інфляційні процеси, нестабільність регуляторного середовища, вразливість до економічних потрясінь та технологічна відсталість.*

Ключові слова: *економічна безпека, економічне зростання, технологічна відсталість*

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ABSTRACT

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.033

INTERNATIONAL EXPERIENCE IN IMPLEMENTING PROJECT MANAGEMENT IN PUBLIC ADMINISTRATION

Iryna Boiko
Senior Lecturer, Department of Public Administration and Administration
Odesa Polytechnic National University, Ukraine

The development of project management in the sphere of public administration is becoming particularly relevant in the context of state-building transformation and the orientation toward innovative development. The project-based approach enhances the effectiveness of managerial decisions, ensures transparency, and promotes active public participation, which underscores the need to study international models and adapt them to the Ukrainian context.

The academic discourse confirms that the organization of project activities in the public sector is currently at the stage of active formation. Research by domestic and foreign scholars (N. Sydorenko, L. Vasiutynska, O. Zhuravel, D. Osborne, T. Gebler, among others) emphasizes the effectiveness of managerial processes, institutional modernization, digital transformation, and the importance of combining classical principles of public administration with modern methodologies of project management.

The theory of project management developed in the twentieth century as a response to the inefficiency of bureaucratic structures in addressing increasingly complex tasks. The first documented application occurred in 1937 in the U.S. Armed Forces, where a matrix organizational structure was introduced to manage large-scale projects. In Europe, from the 1960s onward, network-based control methods and financial management systems began to spread.

A significant milestone was the establishment of the International Project Management Association (IPMA), which today unites more than 50 countries and has developed the IPMA Competence Baseline, setting requirements for technical, behavioral, and contextual competencies of project managers [1–2]. Alongside IPMA, other standards have emerged: the British PRINCE2, focused on structured processes; the Japanese P2M, emphasizing strategic long-term development; as well as national models. For example, in Germany, following the adoption of the Law on Budgetary and Economic Management (2007), the project approach became mandatory in public programs, while in China, since 2004, a national knowledge system has been functioning, combining project life cycle development with digital tools and state regulation.

Comparative analysis shows that Western models (the U.S. and Europe) are oriented toward short-term, result-driven implementation with intensive use of

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

resources, while Asian models (Japan, China) emphasize long-term planning and resource efficiency. In Canada and Australia, the Results-Based Management (RBM) system links resources to concrete outcomes; in Scandinavian countries, the project approach is integrated with the principles of good governance; and OECD recommendations focus on evidence-based policy making. This indicates that international experience in project management is evolving at the intersection of standardization and democratic values [5].

International practice also confirms the high effectiveness of project management in the public sector. At the same time, Ukraine is integrating these approaches into its system of state governance, adapting them to national conditions.

In public administration, project management complements traditional administrative models by focusing not on processes but on achieving measurable results. It ensures a clear distribution of responsibilities, definition of goals and control mechanisms, and enables the evaluation of project impacts on communities, sectors, or territories. The project-based approach is directly linked to the development strategies of the state and local communities. Ukraine aligns with the 17 United Nations Sustainable Development Goals (SDGs) by 2030, which are integrated into national programs, budget declarations, and regional development strategies. Based on these, programs and projects are formulated to drive socio-economic transformation [4].

An important role is played by state target programs and investment projects implemented through state and local budgets, as well as funds provided by international partners. The development of project activities is further supported by mechanisms of public-private partnerships, grant programs, and participatory budgeting.

The practice of establishing project offices within ministries, local councils, and universities contributes to the standardization of management processes, the simultaneous supervision of multiple projects, and the more efficient use of resources. In Ukraine, tools for the selection and monitoring of state investment projects are in place, such as the competition organized by the State Regional Development Fund.

The opportunity for community members to influence expenditures, identify unresolved problems, and submit initiatives for funding from regional and local budgets is implemented through participatory budgeting – a decision-making process involving public participation, also known as the civic or community budget. Since 2014, this practice has been introduced across all regions of Ukraine, with decision-making procedures being gradually improved [2].

Currently, the electronic platform *"Public Budget"* is functioning, enabling the registration of projects, open access to their objectives, budgets, and responsible persons, as well as participation in voting and monitoring of results. According to the most recent data, 9,908 projects have been submitted across 245 territorial communities, with the largest number in the Poltava region (1,669 projects), and projects financed amounting to 11.3 billion UAH. However, not all communities use the electronic system: some continue to rely on offline procedures through administrative service centers, local government offices, or libraries [3].

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

At the same time, several challenges persist – underfunding, bureaucratic barriers, a shortage of qualified specialists in project preparation and implementation, as well as risks of budget overruns. These issues highlight the urgent need for professional training of project managers, the adoption of modern digital tools, and the strengthening of transparency and public oversight.

International experience demonstrates the effectiveness of project management in enhancing the efficiency, transparency, and accountability of public administration. While Western models focus on rapid, result-oriented implementation, Asian approaches emphasize long-term strategic perspectives. For Ukraine, this underscores the necessity of combining global practices with national conditions, strengthening project offices and digital instruments, and overcoming financial and human resource constraints to ensure sustainable development and foster public trust.

References:

[1] Sydorenko, N. S. (2022). Project management in public authorities: Foreign experience. *Problems of Modern Transformations. Series: Law, Public Administration and Governance*, (4). https://doi.org/10.54929/2786-5746-2022-4-02-04

[2] Shulyk, Y. V. (2022). Application of project management in public administration in Ukraine. *Scientific Notes of the National University "Ostroh Academy". Series "Economics"*, 24(52), 68–75. Ostroh: Ostroh Academy Publishing House.

[3] E-DEM Electronic Democracy Platform. (2025). *Public Budget*. Retrieved August 18, 2025, from https://budget.e-dem.ua/landing

[4] Cabinet of Ministers of Ukraine. (2017). *Sustainable Development Goals: Ukraine. National Report 2017*. Kyiv: Ministry of Economic Development and Trade of Ukraine. https://www.ua.undp.org/content/ukraine/uk/home/library/sustainable-development-report.html

[5] Vasiutynska, L. A., Zhuravel, O. V., & Komarovskyi, I. V. (2025). Project management in the sphere of public administration: Modern connotations of development. *Economic Space*, 199, 149–153. https://doi.org/10.30838/EP.199.149-153

МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД ВПРОВАДЖЕННЯ ПРОЕКТНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ В ДЕРЖАВНОМУ УПРАВЛІННІ

Бойко Ірина Михайлівна
старший викладач кафедри публічного управління та адміністрування
Національний університет «Одеська політехніка», Україна

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ABSTRACT

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.034

УПРАВЛІННЯ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ: ТРАНСФОРМАЦІЯ АДМІНІСТРАТИВНИХ ПРОЦЕСІВ

Луценко Ірина Віталіївна
викладач вищої категорії, викладач-методист
Лозівська філія Харківського автомобільно-дорожнього фахового коледжу, Україна

Введення воєнного стану в Україні, спричинене масштабною агресією з боку Російської Федерації, поставило систему публічного управління перед унікальними викликами, що не мають аналогів у сучасній історії держави. У звичних умовах адміністративні процеси базуються на чітко регламентованих процедурах, ієрархічній структурі та стабільному нормативному полі. Проте війна змусила державні інституції діяти в умовах постійної невизначеності, ризиків та обмежених ресурсів, що потребувало негайної трансформації управлінських підходів.

Одним із ключових напрямів змін стало кризове управління. Органи влади на всіх рівнях були змушені оперативно створювати координаційні штаби, змінювати логіку прийняття рішень, скорочувати бюрократичні процедури та впроваджувати механізми швидкого реагування. Важливою особливістю стало посилення ролі місцевого самоврядування, яке взяло на себе значну частину функцій із забезпечення життєдіяльності громад, евакуації населення, розміщення внутрішньо переміщених осіб та розподілу гуманітарної допомоги. Така децентралізація не лише підвищила ефективність управління, а й стала проявом довіри до місцевих лідерів та громадянського суспільства.

Цифровізація управління набула нового змісту. Платформа «Дія» стала інструментом не лише для надання адміністративних послуг, а й для реалізації соціальних програм, реєстрації ВПО, отримання компенсацій та комунікації з громадянами. Електронні документи, онлайн-звернення, чат-боти та соціальні мережі перетворилися на повноцінні канали взаємодії між владою та суспільством. Це дозволило зберегти керованість у багатьох регіонах, навіть за умов обмеженого фізичного доступу до органів влади.

Окремої уваги заслуговує мобілізація ресурсів. Держава, бізнес, волонтерські організації та міжнародні партнери об'єднали зусилля для забезпечення армії, медицини, освіти та базових потреб населення. Гнучке управління бюджетами, перерозподіл фінансів, спрощення процедур публічних закупівель через систему Prozorro – усе це стало проявом адаптивного управління, здатного швидко реагувати на виклики.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Водночас трансформація адміністративних процесів супроводжувалася низкою ризиків. Серед них – нестача кваліфікованих кадрів через евакуацію та мобілізацію, кіберзагрози, перевантаження цифрових систем, нормативна невизначеність та цифрова нерівність у доступі до послуг. Ці виклики потребують системного вирішення, зокрема через розробку нових нормативних актів, підвищення кібербезпеки, розвиток цифрової інфраструктури та підтримку людського капіталу.

У підсумку, воєнний стан став каталізатором глибоких змін у публічному управлінні України. Трансформація адміністративних процесів – це не лише вимушена реакція на кризу, а й шанс переосмислити управлінську модель держави. Адаптивне, цифрове, децентралізоване управління має стати основою для післявоєнного відновлення, модернізації та інтеграції України в глобальний управлінський простір. Саме ті інституції, які змогли трансформуватися, забезпечать стійкість, ефективність та довіру громадян у майбутньому.

Список використаних джерел:

[1] Закон України «Про правовий режим воєнного стану».
[2] Закон України «Про місцеве самоврядування».
[3] Постанова Кабінету Міністрів України № 220 від 07.03.2022 р. «Про особливості роботи органів влади в умовах воєнного стану».
[4] Офіційний портал «Дія» – https://diia.gov.ua
[5] Prozorro – https://prozorro.gov.ua
[6] OECD (2022). *Public Governance in Times of Crisis: Lessons from Ukraine*.
[7] UNDP Ukraine (2023). *Crisis Response and Governance Resilience in Ukraine*.

MANAGEMENT UNDER MARTIAL ARTS CONDITIONS: TRANSFORMATION OF ADMINISTRATIVE PROCESSES

Iryna Lutsenko
highest category lecturer, teacher-methodologist
Lozova branch of Kharkiv Automobile and Road Vocational College, Ukraine

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ARTICLE
DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.035

АДМІНІСТРАТИВНО-ПРАВОВІ ОСОБЛИВОСТІ ДІЯЛЬНОСТІ АРМА ЯК ОРГАНУ КОНТРОЛЮ У СФЕРІ ОБІГУ ЦИФРОВИХ ВАЛЮТ ТА ДІЯЛЬНОСТІ ОПЕРАТОРІВ ЦИФРОВИХ ВАЛЮТ

Ситенко Григорій Олексійович
аспірант кафедри конституційного, адміністративного та фінансового права
Хмельницький університет управління та права
імені Леоніда Юзькова, Україна

***Анотація**. Стаття є комплексним дослідженням адміністративно-правових особливостей діяльності АРМА як органу контролю у сфері обігу цифрових валют та діяльності операторів цифрових валют. Досліджено питань правового забезпечення публічного адміністрування діяльності АРМА у сфері виявлення, розшуку та управління активами, одержаними від корупційних та інших злочинів, а також з'ясування сутності, змісту, напрямків реалізації інституційного механізму виявлення, розшуку та управління арештованими активами через діяльність АРМА, й формування на цій основі рекомендації теоретико-правового характеру. Обґрунтовано позицію щодо необхідності подальшого розвитку цієї сфери, що має передбачати інтеграцію міжнародних стандартів фінансового моніторингу, створення спеціалізованих технічних інструментів для відстеження транзакцій у блокчейні та вироблення національних процедур управління цифровими валютами.*
***Ключові слова:** публічне управління; арештовані активи; АРМА; цифрові валюти; діяльність операторів цифрових валют.*

Постановка проблеми. В умовах становлення національної системи правового регулювання обігу віртуальних активів особливе значення має діяльність Національного агентства України з питань виявлення, розшуку та управління активами, одержаними від корупційних та інших злочинів (АРМА). Законодавець визначає АРМА як спеціалізований державний орган, наділений повноваженнями щодо розшуку, арешту, управління та реалізації активів, які перебувають під кримінально-правовим переслідуванням.

У контексті цифрових валют та діяльності операторів цифрових валют компетенція АРМА набуває принципово нового змісту. Оскільки віртуальні активи дедалі частіше використовуються у схемах відмивання доходів, фінансування тероризму та інших злочинах економічного характеру, перед агентством постає завдання розроблення та застосування ефективних механізмів їх виявлення й управління. Особливу складність становить те, що

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

цифрові валютине мають матеріальної форми, зберігаються у розподілених реєстрах і можуть бути швидко переміщені між юрисдикціями, що ускладнює процес їх арешту та збереження.

На практиці АРМА вже здійснювало управління цифровими активами, переданими на зберігання приватним компаніям у вигляді доступу до цифрових гаманців. Такий підхід є новим для української правової системи і водночас виявляє низку проблем: відсутність законодавчо врегульованої процедури ідентифікації та обліку цифрових валют, невизначеність щодо їх правового статусу, а також ризики втрати вартості активу через високу волатильність ринку. Саме тому існує необхідність встановлення адміністративно-правових особливостей діяльності АРМА як органу контролю у сфері обігу цифрових валют та діяльності операторів цифрових валют.

Аналіз досліджень та публікацій. Питання функціонування АРМА досліджувалось багатьма науковцями різних галузей права. Серед них варто виділити праці Т. Є. Зелькіної, С. В Клімової, А. М. Давидюка, Р. І. Крамар, О. О. Думи та ін.

Мета роботи. Мета роботи полягає у дослідженні адміністративно-правових особливостей діяльності АРМА як органу контролю у сфері обігу цифрових валют та діяльності операторів цифрових валют.

Виклад основного матеріалу. Виявлення та розшук корупційних і пов'язаних із ними злочинних активів є базовим етапом у цілісному механізмі управління такими активами. Значення існування спеціалізованої інституції, якою в Україні виступає Національне агентство з питань виявлення, розшуку та управління активами, одержаними від корупційних та інших злочинів (АРМА), обґрунтовується кількома факторами.

По-перше, корупційні чи злочинні активи, у тому числі цифрові, створюють ризик легалізації (відмивання) незаконних доходів. У випадку неконтрольованого потрапляння таких активів у легальний фінансовий та господарський обіг формується викривлення ринкових відносин, а також зростає загроза тінізації економіки.

По-друге, цифрові активи – зокрема цифрові валюти – характеризуються високим рівнем мобільності, анонімності та транскордонності. Це обумовлює необхідність створення інституційно-правового механізму, який би оперативно здійснював розшук, арешт і управління такими активами у співпраці з міжнародними фінансовими організаціями та криптовалютними біржами.

По-третє, діяльність АРМА сприяє захисту публічних інтересів, адже забезпечує недопущення використання доходів злочинного походження для фінансування незаконних схем, у тому числі терористичної діяльності, кіберзлочинності чи корупційних практик.

Таким чином, існування інституції з розшуку та управління цифровими активами (у тому числі цифровими валютами), отриманими злочинним шляхом, має системне значення як для економічної безпеки держави, так і для забезпечення стійкості національної фінансової системи в умовах глобалізованої цифрової економіки.

Слід погодитися із С.М. Клімовою у тому, що «кошти, виведені за межі національної юрисдикції, надзвичайно складно повернути» [3, с. 167]. З одного

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

боку, країни, що розвиваються, стикаються із серйозними труднощами, які обумовлені обмеженими правовими, слідчими та інституційними можливостями. Це ускладнює проведення ефективних фінансових розслідувань, блокування активів за кордоном та ініціювання процедур їх повернення.

З іншого боку, в умовах глобалізації фінансових ринків і високої мобільності капіталу виникають суттєві бар'єри міжнародно-правового характеру. До таких бар'єрів належать відмінності у національних законодавствах, обмеженість механізмів міжнародної правової допомоги, а також конфлікти юрисдикцій, які можуть використовуватися недобросовісними суб'єктами для уникнення відповідальності.

Особливої актуальності ця проблема набуває у сфері обігу цифрових активів, включно з цифровими валютами, які можуть миттєво переміщуватися через кордони без необхідності у посередництві банківських установ. Це створює додаткові виклики для державних органів, зокрема таких, як АРМА, у частині ефективного виявлення, арешту та повернення активів злочинного походження.

Саме тому, на нашу думку, важливим суб'єктом правовідносин, які виникають у зв'язку з обігом цифрових валют є АРМА, повноваження якої регулюється Законом України «Про Національне агентство України з питань виявлення, розшуку та управління активами, одержаними від корупційних та інших злочинів» [6], яким визначено, що Національне агентство України з питань виявлення, розшуку та управління активами, одержаними від корупційних та інших злочинів, є центральним органом виконавчої влади із спеціальним статусом, що забезпечує формування та реалізацію державної політики у сфері виявлення та розшуку активів, на які може бути накладено арешт у кримінальному провадженні чи у справі про визнання необґрунтованими активів та їх стягнення в дохід держави, та/або з управління активами, на які накладено арешт у кримінальному провадженні чи у справі про визнання необґрунтованими активів та їх стягнення в дохід держави або які конфісковано у кримінальному провадженні чи стягнено за рішенням суду в дохід держави внаслідок визнання їх необґрунтованими (ч. 1 ст. 2).

Тут варто зауважити, що з моменту ухвалення Закону України «Про віртуальні активи», який не набув чинності, що, в свою чергу, створює нормативний вакуум в управлінні цифровими активами – АРМА змушена діяти в рамках КПК України [4].

На сьогодні діяльність із виявлення та розшуку кримінальних активів в Україні не є виключною для певного відомства. Згідно з ст. 170 Кримінального процесуального кодексу України, слідчий, прокурор повинні вжити необхідних заходів з метою виявлення та розшуку майна, на яке може бути накладено арешт у кримінальному провадженні, зокрема шляхом витребування необхідної інформації у АРМА, інших державних органів та органів місцевого самоврядування, фізичних і юридичних осіб.

Отже, основними суб'єктами, які здійснюють виявлення та розшук активів з метою накладення арешту у кримінальних провадженнях, виступають органи досудового розслідування – слідчі, прокурори, детективи тощо. Вони володіють

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

процесуальними повноваженнями щодо збирання доказів, ініціювання застосування запобіжних заходів та ухвалення процесуальних рішень.

У цьому контексті АРМА не є первинним суб'єктом розшуку. Воно функціонує як спеціалізований орган, до якого слідчий чи прокурор може звернутися з метою забезпечення реалізації завдань кримінального провадження, зокрема щодо збору інформації про активи, що підлягають арешту. Таким чином, АРМА виступає допоміжним інституційним елементом системи кримінальної юстиції, посилюючи ефективність процесу завдяки своїй спеціалізованій компетенції у сфері управління арештованим майном, включно з цифровими активами.

Водночас особливість діяльності АРМА полягає у тому, що воно забезпечує не лише ідентифікацію та локалізацію активів, а й їх подальше збереження та управління. Це має ключове значення у випадках, коли об'єктами арешту виступають цифрові валюти, адже вони характеризуються високою мобільністю, відсутністю єдиного центру контролю та складністю у забезпеченні їх збереження традиційними інструментами.

Звідси випливає, що ефективність співпраці органів досудового розслідування та АРМА у сфері арешту цифрових валют безпосередньо залежить від чіткого нормативного регламентування механізмів взаємодії, доступу до міжнародних інформаційних ресурсів та оперативності реагування на транснаціональні транзакції.

Як вказує АРМА, розвиток співпраці з криптобіржами – важливий компонент ефективного виявлення та розшуку віртуальних активів. На підставі аналізу даних про вимоги та методи зв'язку з провідними біржами було підготовлено інструкцію для співробітників Нацагентства щодо процесу підготовки запитів, відправлення, отримання та обробки інформації. Співробітники АРМА на постійній основі готують запити до криптобірж та формують статистичну звітність щодо них [2]. Крім того, Агентство визначило найближчі зони зростання у сфері розшуку віртуальних активів та аналізу операцій з криптоактивами з метою напрацювання методології щодо їх відслідковування.

Також АРМА розпочало співпрацю з одним з лідерів ринку серед сервісів відслідковування криптовалютних операцій – «Crystal Blockchain Analytics & Crypto Compliance». Агентство отримано доступи до цього програмного комплексу. Співробітники АРМА пройшли тренінг з використання програми «Crystal Blockchain». У подальшому здобуті навички та інструменти дозволять робітникам Нацагентства під час виявлення та розшуку активів аналізувати рух коштів між криптогаманцями та ідентифікувати встановлювати криптобіржи для встановлення джерел інформації про активи та їх учасників/ бенефіціарів. Додамо, що АРМА взяло участь у робочій зустрічі-консультаціях з членом Національної комісії з цінних паперів та фондового ринку для узгодження питань, пов'язаних з виявленням, розшуком та управлінням віртуальними активами, а також щодо участі АРМА в розробці проекту Закону України «Про внесення змін до Податкового кодексу України щодо особливостей оподаткування операцій з віртуальними активами» [5].

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

АРМА спільно з експертами розробила рекомендації щодо ідентифікації, відстеження та арешту криптоактивів у кримінальних провадженнях. Ці настанови висвітлюють основні аспекти організації кримінальних проваджень, що включають операції з використанням криптогаманців, методи підготовки до процесуальних дій, способи виявлення програмного забезпечення, пов'язаного з використанням віртуальних валют у злочинних цілях, їхні ключові ідентифікатори, а також правові аспекти арешту віртуальних активів, що використовуються у кримінальній діяльності [1].

Отже, діяльність АРМА із виявлення та розшуку активів набуває нового змісту, оскільки суттєво посилює інституційно-правові передумови арешту в кримінальному процесі: створено та інтегровано спеціальну конфіскацію як вид підстав накладення арешту; забезпечено можливість накладення арешту на активи, за наявності обґрунтованої підозри вважати, що такі активи містять ознаки злочину тощо; кримінальному арешту надано перевагу над іншими видами арешту, а виявлення та розшук активів з метою їх арешту встановлено як обов'язок слідчого органу досудового розслідування; звернення до АРМА із запитом на розшук активів встановлено в КПК України як провідний спосіб реалізації слідчим повноважень із забезпечення виявлення та розшуку активів.

Природа процедур виявлення та розшуку активів, що здійснюється АРМА є схожою за суттю, проте відрізняється за змістом від кримінально-процесуальних та оперативно-розшукових заходів. На наш погляд, реалізація функцій виявлення та розшуку активів у тій моделі, яка існує наразі та закріплена нормами спеціального закону також є можливою у зв'язку із суттєвим удосконаленням та посиленням ролі інформаційно-аналітичної та інформаційно-комунікаційної діяльності.

Попри відсутність прямого законодавчого регулювання, АРМА активно і результативно використовує OSINT як ефективний аналітичний інструмент у процесі виявлення незаконних активів, зокрема цифрових. Утім, правове оформлення цього інструменту є критично необхідним для гарантування допустимості доказів, захисту прав осіб і підвищення прозорості процесів. Формалізація OSINT як правового інструменту значно зміцнить спроможності держави у протидії фінансовим злочинам в епоху цифрових технологій.

АРМА активно налагоджує взаємодію з ключовими криптовалютними біржами, зокрема з Binance, для отримання інформації щодо власників цифрових гаманців, IP-адрес, електронних адрес, операцій, рахунків виведення коштів тощо. Це дозволяє скоротити часові рамки – відповіді надходять упродовж 24 годин з моменту запиту.

Висновки та пропозиції. У статті досліджено адміністративно-правове забезпечення та діяльнісний аспект контролю у сфері обігу цифрових валют та діяльності операторів цифрових валют як активів, отриманих від корупційних та інших злочинів, як однієї із ключових функцій АРМА. Встановлено, що Діяльність із виявлення та розшуку активів, що здійснюється АРМА, слід розглядати як самостійну публічну функцію держави. З одного боку, вона має комплексний превентивний та забезпечувальний характер, оскільки спрямована на недопущення інтеграції злочинних активів у легальний економічний обіг та на створення умов для їх можливої подальшої конфіскації

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

чи повернення законним власникам. З іншого боку, реалізація цієї функції відбувається у межах кримінального процесуального механізму, що визначає процесуальні форми залучення АРМА. Важливо підкреслити, що повноваження АРМА у сфері виявлення та розшуку активів не є універсальними чи автономними: їх застосування зумовлене зверненням уповноважених суб'єктів кримінального провадження – слідчих, прокурорів, детективів, а також ухвалами суду або запитами іноземних компетентних органів та установ у рамках міжнародної правової допомоги.

Таким чином, діяльність АРМА у сфері обігу цифрових валют на сьогодні є не лише інструментом боротьби з кримінальними правопорушеннями, але й експериментальною практикою, що засвідчує необхідність удосконалення нормативно-правового забезпечення. Подальший розвиток цієї сфери передбачає інтеграцію міжнародних стандартів фінансового моніторингу, створення спеціалізованих технічних інструментів для відстеження транзакцій у блокчейні та вироблення національних процедур управління цифровими валютами.

Список використаних джерел:

[1] АРМА розробило рекомендації з пошуку та арешту крипто-валютних активів. АРМА. 2020. (2020). https://arma.gov.ua/news/typical/arma-rozrobilo-rekomendatsii-z-rozshuku-ta-areshtu-kriptovalyutnih-aktiviv
[2] Звіт про діяльність Національного агентства України з питань виявлення, розшуку та управління активами, одержаними від корупційних та інших злочинів за 2024 рік. (2024). https://rp.gov.ua/upload-files/Activity/Collegium/2024/59-1_2024/Zvit_59-1_2024.pdf
[3] Клімова, С. (2016). Організаційно–правове забезпечення запобігання та протидії легалізації (відмиванню) доходів, одержаних злочинним шляхом, та повернення активів в Україну. У Науковий вісник публічного та приватного права (с. 165–169). Науково–дослідний інститут публічного права.
[4] Кримінальний процесуальний кодекс України, № 4651-VI (2025) (Україна). https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4651-17#Text
[5] Про внесення змін до Податкового кодексу України щодо особливостей оподаткування операцій з віртуальними активами, Проєкт Закону України № 7150 (2022) (Україна). https://itd.rada.gov.ua/billinfo/Bills/Card/39211
[6] Про Національне агентство України з питань виявлення, розшуку та управління активами, одержаними від корупційних та інших злочинів, Закон України № 772-VIII. (Україна). https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/772-19#Text

ADMINISTRATIVE AND LEGAL FEATURES OF THE ACTIVITIES OF ARMA AS A CONTROL BODY IN THE FIELD OF DIGITAL CURRENCY CIRCULATION AND THE ACTIVITIES OF DIGITAL CURRENCY OPERATORS

Sitenko Grigory Oleksiyovych
Postgraduate student at the Department of Constitutional, Administrative and Financial Law
Khmelnytsky University of Management and Law named after Leonid Yuzkov, Ukraine

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Summary. *The article is a comprehensive study of the administrative and legal features of ARMA's activities as a supervisory body in the field of digital currency circulation and the activities of digital currency operators. It examines issues of legal support for the public administration of ARMA's activities in the field of identification, search, and management of assets obtained from corruption and other crimes, as well as clarifying the essence, content, and directions of implementation of the institutional mechanism for identifying, searching, and managing seized assets through ARMA's activities, and the formation of theoretical and legal recommendations on this basis. The position on the need for further development in this area is justified, which should include the integration of international financial monitoring standards, the creation of specialized technical tools for tracking transactions in the blockchain, and the development of national procedures for managing digital currencies.*

Keywords: *public administration; seized assets; ARMA; digital currencies; activities of digital currency operators.*

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ARTICLE

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.036

ГЕНЕЗА ЗЕМЕЛЬНОГО ЗАКОНОДАВСТВА КРІЗЬ ПРИЗМУ ПОДОЛАННЯ БІДНОСТІ В УКРАЇНІ

Кравчук Максим Віталійович
Аспірант кафедри земельного та аграрного права
Навчально-наукового інституту права
Київський національний університет ім.Тараса Шевченка, Україна

Анотація. *У статті досліджено розвиток земельного законодавства України з акцентом на його роль у подоланні бідності. Аналізується генеза правових норм, що регулюють земельні відносини, та їхній вплив на соціально-економічний стан населення. Розглядаються ключові етапи земельної реформи, виявляючи основні проблеми, які перешкоджали ефективному використанню земельних ресурсів для зменшення бідності. Зокрема, зазначено, що недостатня реалізація положень Конституції щодо права власності на землю призвела до суттєвого обмеження потенціалу земельної реформи у подоланні бідності. У статті підкреслюється необхідність подальшого вдосконалення земельного законодавства для досягнення соціальної справедливості та економічного розвитку..*

Ключові слова: *земельна реформа; земельне законодавство; право власності на землю; земля; подолання бідності; приватизація землі; земельна політика.*

Постановка проблеми. Бідність стала однією з ключових проблем людства і залишається першочерговим викликом для багатьох країн, включаючи Україну. Незважаючи на численні зусилля міжнародного співтовариства та національних урядів, рівень бідності продовжує залишатися високим, що вимагає пошуку нових підходів і рішень. Важливим аспектом у подоланні цієї проблеми є ефективне використання та управління земельними ресурсами, що є одним із найцінніших активів держави, що є особливо актуальним для України як великої аграрної держави. Земельне законодавство, яке регулює відносини у сфері землекористування та власності, може стати потужним інструментом для зменшення бідності та забезпечення сталого розвитку суспільства та держави. Однак, недосконалість правових механізмів, корупційні ризики та обмежений доступ до землі для населення створюють значні перепони на шляху досягнення цих цілей. У цьому контексті необхідно провести глибокий аналіз того, як земельне законодавство протягом проведення земельної реформи впливало та впливає на подолання бідності та які зміни потрібні для його оптимізації в умовах сучасних викликів, щоб землекористування та право власності на землю стали ефективними інструментами соціально-економічного розвитку, забезпечивши справедливий доступ до земельних ресурсів, зменшення соціальної нерівності та підтримку сталого розвитку країни.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Аналіз досліджень та публікацій. Незважаючи на те, що бідність є однією з найбільш глобальних проблем сучасного суспільства, у науці земельного та аграрного права питання взаємозв'язку між земельним законодавством і подоланням бідності досі не отримало належної уваги. Більшість наукових досліджень у цій галузі зосереджені на аналізі правових аспектів земельної реформи, механізмах регулювання ринку землі, питаннях власності та користування земельними ресурсами, але при цьому недостатньо розглядаються соціально-економічні наслідки цих процесів, зокрема їхній вплив на рівень бідності серед населення. Окремі аспекти з цього питання висвітлювалися у роботах Костяшкіна О.І, Носіка В.В, Шульги М.В, Мірошніченка А.М, Бондара О.Г, Коваліва, Андрейцева В.І, Балюк Г.І, Кулинича П.Ф та інших. Однак актуальність питання взаємозв'язку між земельним законодавством і подоланням бідності постійно зростає. В умовах реформування земельних відносин в Україні та відкриття ринку землі це питання набуває особливої ваги, оскільки саме від того, наскільки ефективно будуть реалізовані правові механізми у цій сфері, залежить можливість зниження соціальної нерівності та покращення умов життя значної частини населення. Таким чином, необхідність дослідження цієї проблематики стає ще більш очевидною, адже вона безпосередньо впливає на соціально-економічний розвиток країни та виконання Цілей сталого розвитку.

Метою даного дослідження є дослідження генези земельного законодавства України з точки зору його впливу на подолання. Стаття спрямована на аналіз еволюції правових норм у сфері земельних відносин, виявлення основних проблем та викликів, що виникають під час реалізації земельної реформи, а також на визначення шляхів оптимізації правових механізмів для забезпечення справедливого доступу до земельних ресурсів та зменшення рівня бідності в країні.

Виклад основного матеріалу. З розпадом СРСР та здобуттям незалежності Україна зіткнулася з необхідністю проведення масштабної земельної реформи. Основним завданням цієї реформи було створення правових механізмів, що забезпечували б приватизацію землі та створення ринку земельних ресурсів. Приватизація землі мала на меті не лише відновлення права приватної власності, але й сприяння економічному розвитку через залучення земель до ринкових відносин.

Не можна ігнорувати той факт, що однією з головних причин впровадження реформ, зокрема земельної реформи, стала тенденція до зростання бідності. Відставання в темпах економічного розвитку, низька продуктивність праці, технологічна відсталість та неефективність планової економіки призвели до скорочення виробництва і постачання споживчих товарів. Це, у свою чергу, негативно вплинуло на рівень життя населення, що призвело до збільшення бідності.

18 грудня 1990 року Верховна Рада України ухвалила Постанову «Про земельну реформу», яка постановила, що завданням цієї реформи є перерозподіл земель з одночасною передачею їх у приватну та колективну власність, а також у користування підприємствам, установам і організаціям з метою створення умов для рівноправного розвитку різних форм

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

господарювання на землі, формування багатоукладної економіки, раціонального використання та охорони земель. Однак з точки зору подолання бідності важливим були положення, які передбачали здійснити реєстрацію громадян, які бажають організувати селянське (фермерське) господарство, розширити особисте підсобне господарство, займатися індивідуальним садівництвом, одержати в користування земельні ділянки для городництва, сінокосіння і випасання худоби[5]. Таким методом законодавець хотів залучити якомога більше громадян до участі у земельній реформі та покращити своє становище через використання основного ресурсу – землі. Вже на той момент було зрозуміло, що основою стабільної економіки, розвитку держави та суспільства має стати приватна власність на землю, що мало зменшити темпи зростаючої бідності.

Закон УРСР «Про економічну самостійність Української РСР» та Закон України «Про власність» заклали основи права власності на землю Українського Народу, визначили стратегію соціально-економічного розвитку держави в інтересах народу України та гарантували рівність різних форм власності в Україні. Було визначено, що основу економічної самостійності Української РСР утворює власність її народу на національне багатство, а серед ключових завдань, які мала забезпечити економічна самостійність, однойменний закон виділяє завдання соціального характеру, що включають умови життя народу України, гідні сучасної цивілізації, задоволення його соціальних і культурних запитів та соціальну захищеність громадян. Власністю народу України є земля, її надра, повітряний простір, водні та інші природні ресурси, що знаходяться в межах території Української РСР[6].

Подальший розвиток вище зазначених положень можемо знайти у Законі України «Про власність», який вперше визначив що саме є національним багатством України. З точки зору подолання бідності важливим є положення відповідно до якого національне багатство України забезпечує право кожного громадянина на одержання частки з суспільних фондів споживання, на соціальний захист, зокрема, у разі непрацездатності та безробіття, а також право працюючого на особисту участь в управлінні народним господарством[7]. Це є важливим з точки зору подолання бідності оскільки право кожного громадянина на одержання частки національного багатства сприяє більш справедливому розподілу ресурсів у суспільстві. Це означає, що природні ресурси (в першу чергу земля) , інфраструктура та інші національні активи повинні використовуватися на благо всіх громадян, а не лише обмеженої групи осіб.

31 жовтня 1991 року Постановою Верховної Ради України була схвалена Концепція роздержавлення і приватизації підприємств, землі та житлового фонду, а в подальшому були прийняті Закон України «Про форми власності на землю», нова редакція Земельного кодексу України від 13 березня 1992 року та Декрет Кабінету Міністрів України «Про приватизацію земельних ділянок» від 26 грудня 1992 року, якими було запроваджено три форми власності на землю: державну, колективну та приватну. Було визначено процедуру «соціалізації» земель, що передбачала безоплатну передачу земельних ділянок у приватну власність громадян у межах встановлених норм безоплатної приватизації, а

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

також передачу земель у колективну власність членів сільськогосподарських підприємств. Однак як зазначає Костяшкін І.О: «Відповідні процедури виявились дієвими щодо земельних ділянок, які вже перебували в користуванні громадян чи юридичних осіб. Щодо передачі у власність земель запасу процедура безоплатної передачі земельних ділянок виявилась не спроможною забезпечити право кожного громадянина на отримання земельної ділянки в межах встановлених норм, що стало наслідком визначення таких нормативів без інвентаризації наявного масиву вільних земель, визначення їх фактичного розміру. Як наслідок, вказана процедура забезпечила доступ до землі невеликої групи громадян, котрі мали інформацію щодо наявності земель запасу, які можуть бути передані у власність громадян»[3, с.44].

Важливим з точки подолання бідності та встановлення ефективної системи землекористування був Закон України «Про селянське (фермерське) господарство»[8]. Цей Закон був ухвалений досить рано з огляду на кілька важливих факторів, які визначали економічну та соціальну ситуацію в країні на той час. Закон був ухвалений у відповідь на суспільний інтерес до приватної власності та фермерства наприкінці 1980-х і на початку 1990-х років. Він створив правові основи для приватної ініціативи в сільському господарстві, що відповідало новим економічним реаліям і необхідності реформування аграрного сектору, який перебував у стані кризи. Закон мав на меті стимулювати розвиток малих фермерських господарств як альтернативу неефективним державним колгоспам і радгоспам, що сприяло б підвищенню продуктивності, зменшенню бідності серед сільського населення та забезпеченню продовольчої безпеки. Однак обмежена державна підтримка та інші економічні виклики стримували його ефективність у боротьбі з бідністю. Успіх цього закону залежав від подальших реформ та підтримки фермерів, якої, на жаль, не відбулося в достатньому обсязі. В результаті фермерство, на відміну від Європи, не стало повноцінною основою сільськогосподарського виробництва в Україні.

Важливим елементом земельної реформи стала Конституція України 1996 року, яка заклала основи для формування сучасної правової системи у сфері земельних відносин. Конституція закріпила право власності на землю, визначивши його як одне з основоположних прав громадян. На найвищому рівні було закріплено принципи приватної, державної та комунальної власності на землю, що стало важливим кроком у напрямку подолання бідності через надання громадянам можливості володіти, користуватися та розпоряджатися землею. Закладені у Конституції правові норми створили базу для подальшого розвитку законодавства та реалізації земельної реформи, що мала на меті забезпечити економічну незалежність населення і стимулювати розвиток сільського господарства.

Ключовими положеннями для розвитку земельних відносин та потенційною основою для подолання бідності стали статті 13 та 14 Конституції України, якими було закріплено статус землі як основного національного багатства, що є об'єктом права власності Українського народу. Ці положення заклали фундамент для подальшого розвитку земельного законодавства, яке в подальшому повинно було спрямовуватися на забезпечення справедливого

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

розподілу земельних ресурсів, підтримку дрібних землевласників і стимулювання економічної активності в сільській місцевості. Вони мали стали основою для формування правової системи, яка мала б сприяти подоланню бідності через надання громадянам можливості реалізувати своє право на землю, що, у свою чергу, повинно було сприяти підвищенню рівня життя та економічному зростанню країни. Як підкреслює Носік В.В у нормах ст. 3, 13, 14, 17 Конституції України закладений генетичний код українського народу на прогресивний економічний, соціальний, культурний розвиток, і цей код уже розкритий в українській економічній, правовій доктринах, проте залишається недоступним для практичного втілення у життя. Також у цих нормах Основного закону держави закріплена абсолютна юридична модель перемоги України над ворогом, яка виключає будь які поступки агресору щодо землі як об'єкта права власності і основного національного багатства Українського народу та територіальної основи державного суверенітету України [4, с.81].

Однак у подальшому положення статей 13 та 14 Конституції України не були повною мірою реалізовані в законодавстві та практиці. Досі на законодавчому рівні не деталізовані положення щодо Українського народу як власника усіх земель та не врегульовано статус землі як основного національного багатства що створює правову невизначеність та ускладнює ефективне управління земельними ресурсами, що призводить до нерівномірного доступу до землі, порушень прав землевласників та ускладнює процеси сталого розвитку і подолання бідності. Відсутність чітких законодавчих норм у цій сфері підриває основи правової держави та ускладнює захист національних інтересів, пов'язаних з використанням і охороною земельних ресурсів.

З метою прискорення земельної реформи Президентом України було видано декілька Указів, які мали на меті активізувати процеси реформування та впровадити нові підходи до управління земельними ресурсами. Ці укази спрямовувалися на створення правових передумов для відкриття ринку землі, регулювання питань приватизації земельних ділянок, забезпечення справедливого розподілу земель та захисту прав землевласників. Мова йде про Указ Президента України від 10 листопада 1994 року № 666 "Про невідкладні заходи щодо прискорення земельної реформи у сфері сільськогосподарського виробництва", Указ №720 «Про порядок паювання земель, переданих у колективну власність с/г підприємствам і організаціям», Указ «Про захист прав власників земельних часток», Указ «Про невідкладні заходи щодо прискорення реформування аграрного сектору економіки» від 3 грудня 1999 р. № 1529/99, видача цих указів була покликана пришвидшити темпи реформ та подолати наявні перешкоди, які затримували впровадження земельної реформи, однак на практиці не завжди приводила до досягнення очікуваних результатів, а в деяких випадках навпаки створювалися нові системні проблеми та виклики.

Передбачалося пришвидшити приватизацію земель сільськогосподарських земель, реформування колективних форм господарювання та їх поступове перетворення на індивідуальні господарства шляхом паювання, було встановлено першочергове право купівлі-продажу права на земельну частку (пай), посвідченого сертифікатом, а Указом 1999

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

року передбачався перехід від колективної форми господарювання до приватної та початок реального виділення земель в натурі. З точки зору подолання бідності Укази Президента мали позитивні аспекти: пришвидшення приватизації та отримання земельних ділянок у приватну власність, передбачено можливість першочергово надання земельних ділянок громадянам, зайнятим у соціальній сфері на селі, задекларовано підтримку та розвиток дрібних фермерів, передбачалося створення резервних фондів для передачі у власність селянам та особам які переселяються у сільську місцевість для постійного проживання, почалося реальне виділення землі в натурі внаслідок чого мільйони землевласників отримали доступ до земельних ресурсів і могли розпочати власне господарювання.

Незважаючи на значний потенціал у подоланні бідності Укази Президента містили і ряд досить сумнівних положень, які негативно впливали на розв'язання зазначеної проблеми. Українці отримали сертифікати на земельний пай, але ще не мали можливості самостійного обробітку цієї землі, в той час як було передбачено, що право на земельну частку (пай) може бути об'єктом купівлі-продажу, дарування, міни, успадкування, застави. В умовах економічної кризи, низького рівня життя сільського населення та зростання бідності це призводило до того, що більшість землевласників не маючи достатніх фінансових ресурсів або продавали земельну ділянку або віддавали її в оренду. Фактично було створено основу для орендного господарювання на землі, хоча і було ліквідоване традиційне колективне господарювання, однак в результаті селян було усунуто від можливості застосування своєї праці в господарствах ринкового типу. Була відсутня належна підтримка землевласників з боку держави, недостатнє врахування економічних та соціальних реалій під час впровадження цих указів призводило до того, що багато новоспечених землевласників не мали достатніх ресурсів, знань та підтримки для ефективного використання отриманих земель. Відсутність розвинутої інфраструктури, доступу до кредитування та ринків збуту продукції ускладнювала розвиток малого та середнього фермерства, що обмежувало їхню спроможність покращити власний економічний стан та сприяти загальному зниженню рівня бідності. В результаті земельна реформа звелася до того, що селяни отримали землю, але більшість з них не змогла реалізувати своє право власності гарантоване Конституцією у повній мірі. Як зазначає Костяшкін І.О: «крокуючи від права постійного землекористування, що мало місце в радянський період, до ефективного власника, ми фактично вийшли на тотальні орендні відносини щодо сільськогосподарських угідь, тобто просунулись у зворотному напрямі»[2, с.333]. Можна констатувати, що земельне реформа не призвела до змін у землекористуванні, адже більшість землевласників, отримавши землю, не змогли стати ефективними господарями на своїй землі, а відбулася заміна колгоспів та радгоспів на великі орендні господарства. Це підкреслює, що реформа не досягла своєї основної мети — створити ефективний клас дрібних фермерів, здатних підняти сільськогосподарське виробництво та покращити економічний стан населення, а відповідно і побороти бідність.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Вище зазначене підтверджується статистикою, відповідно до якої на кінець 1997 року було приватизовано 65,5% або 27,4 млн га ріллі, всього паї отримали 6,5 млн селян, 5,6 млн із них – передали в оренду. 85% договорів оренди уклали з господарствами, із земель яких було наділено паї [1]. Тобто колишні керівники радгоспів та колгоспів, а тоді уже керівники реформованих господарств, які активно використовували свої позиції для збереження контролю над земельними ресурсами, що фактично продовжувало стару систему під новим виглядом. Тому можливість подолати або хоча б зупинити зростання бідності через реформу була не реалізована оскільки основні ресурси залишилися в руках тих самих управлінців, що й раніше, а переважна більшість дрібних землевласників не отримали реальних шансів на розвиток власних господарств.

Висновоки та пропозиції. Земельна реформа, проведена в Україні після здобуття незалежності, мала амбітні цілі — створення ринку землі, забезпечення приватної власності на землю та сприяння економічному розвитку, що, серед іншого, мало включати подолання бідності серед населення. Соціальна спрямованість статей 13 та 14 Конституції України так і не була повністю реалізована. Хоча ці статті закріпили право власності на землю як національне багатство та передбачали забезпечення соціальної справедливості, на практиці законодавство переважно лише декларувало положення, які могли б сприяти подоланню бідності, але не було повною мірою спрямоване на досягнення цієї цілі.

Незважаючи на створення правових механізмів для приватизації землі та паювання сільськогосподарських угідь, реформа зіткнулася з низкою значних проблем. Зокрема, багато новоспечених землевласників не змогли стати ефективними господарями через відсутність належної підтримки з боку держави, доступу до фінансових ресурсів та інфраструктури. Це призвело до того, що більшість селян передали свої паї в оренду, замість того щоб самостійно обробляти землю. Внаслідок цього колгоспи та радгоспи були замінені великими орендними господарствами, що фактично продовжило стару систему під новим виглядом.

Статистичні дані підтверджують, що на кінець 1999 року значна частина землі залишалася в управлінні колишніх керівників радгоспів та колгоспів, що зберегли контроль над земельними ресурсами. Це призвело до збереження соціальної нерівності та ускладнило боротьбу з бідністю. У підсумку, основна із основних цілей реформи — створення класу ефективних фермерів, здатних забезпечити економічне зростання та підвищення рівня життя населення — не була досягнута.

Відсутність реальних змін у системі землекористування, поряд із недостатньо ефективним правовим та економічним середовищем, зумовила те, що основні ресурси залишилися в руках тих самих управлінців, а переважна більшість дрібних землевласників не отримали реальних шансів на розвиток власних господарств. Це свідчить про необхідність подальшого вдосконалення земельного законодавства та розробки нових підходів до реалізації права власності на землю, які б дозволили повною мірою реалізувати потенціал земельної реформи та сприяти подоланню бідності в Україні.

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Список використаних джерел:

[1] Agropolit. Земельна реформа України — основні етапи та події за всі роки незалежності. https://agropolit.com/spetsproekty/775-zemelnaya-reforma-ukrayini---osnovni-etapi-ta-podiyi-za-vsi-roki-nezalejnosti

[2] Костяшкін, І. О. (2013). Правове забезпечення обігу земель як умова реалізації соціальної функції права власності на землю. *Держава і право. Юридичні і політичні науки. http://nbuv.gov.ua/UJRN/dip_2013_60_54.*

[3] Костяшкін, І. О. (2016). Правове забезпечення соціальної функції права власності на землю в Україні. https://irlykhuml.univer.km.ua/items/310a482c-3a1f-4be1-a35c-2806f07bfcdb

[4] Носік, В. (2022). Захист права власності на землю як основне національне багатство Українського народу: виклики воєнного стану та проблеми їх подолання. Міжнародно-правова оцінка російської воєнної агресії в Україні та захист фундаментальних прав людини

[5] Україна. Верховна Рада Української Радянської Соціалістичної Республіки. 1990а. *Про земельну реформу*. Постанова Верховної Ради Української Радянської Соціалістичної Республіки 563-XII. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/563-12#Text.

[6] Україна. Верховна Рада Української Радянської Соціалістичної Республіки. 1990а. *Про економічну самостійність Української РСР*. Закон України 142-XII. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/142-12#Text.

[7] Україна. Верховна Рада Української Радянської Соціалістичної Республіки. 1991. *Про власність*. Закон України 697-XII. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/697-12#Text.

[8] Україна. Верховна Рада України. 1991. *Про селянське (фермерське) господарство*. Закон України 2009-XII. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2009-12#Text.

THE GENESIS OF LAND LEGISLATION THROUGH THE LENS OF POVERTY ALLEVIATION IN UKRAINE

Maxym Kravchuk
PhD student, Land and Agrarian Law Department
Educational and Scientific Institute of Law
Taras Shevchenko National University of Kyiv. Ukraine

Summary. *The article examines the development of Ukraine's land legislation with a focus on its role in poverty reduction. The genesis of legal norms regulating land relations and their impact on the socio-economic condition of the population is analyzed. Key stages of land reform are considered, identifying the main issues that hindered the effective use of land resources for poverty reduction. In particular, it is noted that the insufficient implementation of constitutional provisions regarding land ownership rights has significantly limited the potential of land reform in addressing poverty. The article emphasizes the need for further improvement of land legislation to achieve social justice and economic development.*

Key words: *land reform; land legislation; land ownership rights; land; poverty reduction; land privatization; land policy.*

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.037

ВПЛИВ МЕДІА І ГРОМАДСЬКОЇ ДУМКИ НА РЕАЛІЗАЦІЮ ЗАСАДИ ПРЕЗУМПЦІЇ НЕВИНУВАТОСТІ У КРИМІНАЛЬНОМУ ПРОВАДЖЕННІ

Крикніцький Ярослав Ігорович
аспірант кафедри кримінального процесу та криміналістики
Навчально-наукового інституту права
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Україна

Постановка проблеми. Сучасні медіа, зокрема соціальні мережі й онлайн-видання, здатні миттєво формувати громадську думку про будь-яке кримінальне провадження ще на стадії досудового розслідування. Поширення неповних чи однобоких повідомлень, використання емоційної або стигматизуючої термінології («злочинець» замість «підозрюваний») призводить до передчасного «суспільного вироку», який важко скасувати навіть у разі виправдання особи. Такі уявлення здатні впливати й на учасників процесу: суддю, присяжних, свідків або потерпілих, адже підсвідомий тиск громадської думки може зруйнувати неупереджене ставлення до підозрюваного. Психологічні дослідження підтверджують: повторювані повідомлення та сенсаційні заголовки підсилюють упереджену позицію аудиторії, створюючи ілюзію «загальновідомої» винуватості ще до судового рішення.

Аналіз досліджень та публікацій. В Україні законодавство прямо передбачає обережність інформування: Кримінальний процесуальний кодекс України забороняє розголошувати відомості досудового розслідування без дозволу слідчого чи прокурора (ст. 222 КПК України) [3]. Однак на практиці часто трапляються витоки через неофіційні канали або пресрелізи правоохоронців, що містять фактичні неточності або оціночні судження. Закони України «Про медіа» і «Про інформацію» гарантують свободу слова, але не деталізують процедури спільної роботи слідства/суду з журналістами [4], [5]. Тим часом пресслужби судів і правоохоронних органів мають методичні рекомендації — давати оперативні коментарі, але уникаючи формулювань, які можуть натякати на винуватість до вироку [1]. Але певна нечіткість таких рекомендацій і відсутність жорсткого контролю дозволяють залишатися випадкам сенсаційних публікацій поза належним контекстом.

Мета роботи. Метою роботи є аналіз впливу медіа та громадської думки на презумпцію невинуватості у кримінальному провадженні та розробка пропозицій щодо забезпечення балансу між правом суспільства на інформацію та правом підозрюваного на справедливий суд.

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Виклад основного матеріалу. Повинен існувати баланс між правом суспільства на інформацію та правом підозрюваного на забезпечення дії засади презумпції невинуватості. З одного боку, відкритість процесу підвищує довіру до системи правосуддя та задовольняє суспільний інтерес; з іншого — безконтрольне поширення деталізованих або неправильно інтерпретованих даних може негативно вплинути на формування суспільної думки щодо особи, стосовно якої здійснюється кримінальне провадження, крім того, поставити під сумнів гарантію справедливого розгляду. Судова практика ЄСПЛ (наприклад, справа «Довженко проти України») підтверджує, що публічні заяви посадовців про нібито доведену винуватість до набрання вироком законної сили порушують право на справедливий суд [2]. Принцип пропорційності вимагає, щоб обмеження свободи слова (наприклад, тимчасова заборона публікації певних деталей слідства) застосовувалися лише на підставі закону, з чітким обґрунтуванням і з правом оскарження таких рішень.

Практика пресслужб повинна базуватися на заздалегідь розроблених шаблонах і внутрішніх правилах: точна термінологія «підозрюваний», «обвинувачений», обмеження коментарів щодо суті доказів, публічні пояснення щодо перебігу етапу розслідування без оціночних суджень. Журналісти, у свою чергу, мають дотримуватися етичних кодексів, перевіряти факти та звертатися до офіційних джерел, а не публікувати чутки або неперевірені «витоки» [1]. Інститут медіаграмотності для суспільства й спеціальні тренінги для представників ЗМІ та пресслужб правоохоронних органів і судів сприятимуть усвідомленню ризиків та культурі відповідального інформування.

Висновки та пропозиції. Необхідно вдосконалити нормативну базу: чітко прописати процедури взаємодії між слідством/судом і медіа, визначити, які дані й коли можуть публікуватися, передбачити механізми швидкого спростування неточностей та прозорі мотивовані рішення суду щодо обмеження публікацій із правом оскарження підозрюваним. Рекомендовано створити координаційні механізми між пресслужбами та професійними об'єднаннями журналістів для розробки єдиних національних стандартів висвітлення інформації щодо кримінальних проваджень.

Громадський нагляд може здійснюватися через публічні консультації щодо політики інформування у кримінальному правосудді, а також регулярні моніторинги випадків «суспільного вироку» з практичними висновками щодо ефективності впроваджених обмежень. Емпіричні дослідження українських кейсів дозволять виявити типові помилки в інформуванні і адаптувати рекомендації до локального контексту.

Таким чином, забезпечення реалізації засади презумпції невинуватості в умовах стрімкого розповсюдження інформації потребує інтегрованого підходу: оновлення законодавчих норм і підзаконних актів, розробки конкретних процедур для пресслужб, впровадження етичних стандартів і медіаграмотності журналістів, а також активної участі громадськості у формуванні політики відкритості. Лише за таких умов можна забезпечити одночасне задоволення інтересу суспільства до інформації та уникнути негативного впливу на формування суспільної думки щодо особи, стосовно якої здійснюється

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

кримінальне провадження та захистити право підозрюваного на справедливий суд без передчасного стигматизування.

Список використаних джерел:

[1] Вон, Д., Петрова, Н., Філіпенко, Д., Мухін, Ю., Солдатенко, І., & Земляной, В. (2015). *Зв'язки із громадськістю в судах: навчально-практичний посібник для суддів та працівників апарату судів* [Public Relations in Courts: A Training Manual for Judges and Court Staff]. Національна школа суддів України. https://mc.court.gov.ua/img/files/file_7988.pdf.
[2] *DOVZHENKO v. UKRAINE*, App. No. 19251/03, Eur. Ct. H.R. (2012). https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/974_845#Text.
[3] Кримінальний процесуальний кодекс України (2012). https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4651-17#Text.
[4] Про інформацію: Закон України, № 2657-XII (1992). https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2657-12#Text.
[5] Про медіа: Закон України, № 2849-IX (2022). https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2849-20.

THE INFLUENCE OF THE MEDIA AND PUBLIC OPINION ON THE IMPLEMENTATION OF THE PRESUMPTION OF INNOCENCE IN CRIMINAL PROCEEDINGS

Yaroslav Kryknitskyi
PhD student, Department of Criminal Procedure and Forensic Science
Educational and Scientific Institute of Law
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ARTICLE

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.038

PROSPECTS FOR THE IMPLEMENTATION OF HIGH TECHNOLOGIES FOR THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF MILITARY OPERATIONS

Elnur Mammadov
Professor
National Defence University, Baku, Azerbaijan

Summary: *This article explores the role of high technologies in promoting the sustainable development of military operations. As armed forces around the world integrate artificial intelligence, autonomous systems, cyber defense tools, green energy, and additive manufacturing into their structures, a new paradigm emerges where operational effectiveness and sustainability are increasingly interconnected. The study proposes a conceptual framework that links specific technologies to their mechanisms of application and measurable contributions to sustainability, including environmental protection, resource optimization, and force resilience. Drawing on academic literature, international defense policy documents, and illustrative evidence from the 44-day Patriotic War, the article demonstrates how advanced systems can reduce ecological impact, lower personnel risk, and enhance logistical autonomy.*

The methodology is grounded in qualitative analysis and conceptual modeling, aiming to bridge existing gaps in research that often treats technology and sustainability as separate domains. The results suggest that sustainable outcomes are most significant when technologies are deployed in coordinated and integrated systems rather than in isolation. Challenges such as cyber vulnerability, deployment complexity, and lack of standardized metrics remain, but the framework developed here offers a starting point for future empirical studies and strategic planning. Overall, the article argues that sustainability and military modernization are not mutually exclusive and that responsible technological integration is essential to long-term defense resilience.

Keywords: *Sustainable military operations; high technologies; artificial intelligence; autonomous systems; cyber defense; renewable energy; additive manufacturing; operational resilience; environmental impact; defense innovation.*

Introduction

The character of military operations in the twenty-first century is undergoing a profound transformation driven by the rapid adoption of high technologies. Developments in artificial intelligence, autonomous systems, cyber capabilities, and eco-innovations are not only redefining the methods of warfare but also challenging traditional concepts of sustainability in defense. Modern armed forces are increasingly required to balance operational effectiveness with ecological safety, resource efficiency, and the resilience of defense systems in both wartime and peacetime conditions.

While existing research emphasizes the importance of technological superiority for achieving tactical and strategic objectives, considerably less attention

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

has been given to the dimension of sustainability. Issues such as minimizing environmental damage, reducing risks to personnel, and optimizing energy consumption are often secondary to discussions of military power. However, recent conflicts demonstrate that technological superiority and sustainability are not mutually exclusive but rather complementary. The 44-day Patriotic War of 2020, for instance, highlighted how the effective use of unmanned aerial vehicles (UAVs) and precision-guided systems reduced the need for mass troop deployment and minimized collateral damage, thereby serving both operational and sustainability goals.

The purpose of this article is to explore the prospects for implementing high technologies in ways that promote the sustainable development of military operations. By analyzing key trends such as artificial intelligence, robotics, renewable energy, and cyber defense, the article seeks to demonstrate how innovation can contribute simultaneously to combat effectiveness and to the reduction of ecological and humanitarian risks. Linking the principles of sustainable development with the future of military operations offers a novel perspective on defense modernization and provides a framework for rethinking the conduct of warfare in an era of complex global challenges.

Theoretical analysis

The transformation of contemporary military operations is inseparable from the rapid development and integration of high technologies. A growing body of scholarly literature emphasizes the role of advanced systems such as artificial intelligence, autonomous platforms, cyber defense, and green energy in reshaping the nature of warfare. These technologies are not only redefining strategic and tactical advantages but are increasingly viewed through the lens of sustainability, resilience, and long-term operational efficiency.

Traditionally, sustainability in defense was limited to logistics and energy consumption. However, recent studies have expanded the scope to include ecological protection, reduced risk to personnel, resource conservation, and adaptability in complex and changing environments. Sustainability in this context refers to the capacity of armed forces to conduct effective operations while minimizing harm to the environment, preserving human life, and ensuring long-term functionality of military systems.

The role of artificial intelligence and big data analytics is particularly prominent in modern command and control systems. These tools enhance decision-making, predictive maintenance, and situational awareness, thereby improving efficiency and reducing delays. Meanwhile, autonomous systems such as unmanned aerial and ground vehicles are being employed for intelligence gathering, surveillance, reconnaissance, and precision strikes. Their ability to operate in hazardous zones significantly reduces human exposure and operational risk.

An illustrative example is the 44-day Patriotic War in 2020, during which the Azerbaijani Armed Forces effectively employed UAVs for real-time reconnaissance and precision targeting. Academic analyses highlight that this application resulted in reduced troop deployment, minimized collateral damage, and overall higher mission efficiency. These outcomes exemplify how the integration of high technologies can align with principles of sustainable and responsible warfare.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Cybersecurity and the integrity of communication networks are also identified in the literature as foundational elements of operational sustainability. Without secure and resilient information infrastructure, the potential benefits of high-tech systems cannot be fully realized. Studies also underscore the critical importance of Positioning, Navigation, and Timing (PNT) systems in enabling precision and reliability across all domains of conflict.

Research on renewable energy and microgrid technologies within military operations reveals their capacity to reduce fuel dependency and logistical vulnerabilities. These innovations contribute not only to environmental goals but also to energy security and operational continuity. Likewise, additive manufacturing, or 3D printing, is being explored as a means to simplify logistics, shorten supply chains, and enable on-site production of essential components in austere environments.

Despite these promising developments, several gaps remain in the existing literature. Many studies focus on isolated technologies rather than analyzing their combined and systemic impact on military sustainability. There is also a lack of standardized metrics and indicators for assessing environmental impact, energy efficiency, and life-cycle costs in operational contexts. Furthermore, the long-term effects of integrating high technologies into defense systems are still insufficiently understood, especially in real-world conflict scenarios.

Ethical, legal, and societal considerations are increasingly discussed in the context of high-tech warfare. Researchers stress the importance of compliance with international humanitarian law, proportionality, and accountability in the use of autonomous and AI-enabled systems. Without transparent assessment mechanisms and independent oversight, claims of sustainable military operations risk being undermined by unintended consequences or misuse.

In conclusion, while the academic discourse supports the notion that high technologies can enhance the sustainability of military operations, a more comprehensive and integrated research approach is needed. The literature calls for the development of theoretical models and practical frameworks that connect technological innovation to measurable sustainability outcomes. The conceptual framework proposed in this article (see Table 1) aims to contribute to this effort by outlining a structured relationship between advanced military technologies, their mechanisms of application, and their potential contributions to sustainable development in defense.

Table 1

Alignment of high technologies with operational mechanisms and contributions to sustainability

High Technology	Mechanism of Application	Contribution to Sustainability
Artificial Intelligence (AI)	Predictive analytics and decision support	Reduced decision time, fewer errors
Unmanned Aerial/Ground Vehicles (UAVs/UGVs)	Autonomous ISR and precision strikes	Lower human risk, minimized collateral damage
Cyber Defense Systems	Secure communication and resilient networks	Protection of operational data and uptime

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Table continuation 1

High Technology	Mechanism of Application	Contribution to Sustainability
Green Energy Technologies	Hybrid power and microgrid deployment	Reduced fuel dependency and emissions
Satellite & Sensor Networks	Real-time data acquisition and navigation	Improved targeting, less ecological impact
Additive Manufacturing (3D Printing)	On-demand production of parts and tools	Shorter supply chains, less material waste

Methodology

This study adopts a conceptual and analytical research design aimed at examining the relationship between advanced military technologies and their contributions to sustainability in operational contexts. The methodology combines structured literature analysis with inductive reasoning to develop a framework that can guide both future empirical investigation and policy formulation.

Research approach

The research is exploratory in nature and relies on qualitative synthesis rather than experimental testing. It is grounded in secondary data sources, including peer-reviewed academic literature, policy papers from international defense organizations (e.g., NATO, UNIDIR), military doctrine documents, and analytical case studies. The 44-day Patriotic War (2020) serves as a representative conflict for illustrating the practical implications of technological integration, without reducing the study to a single-case analysis.

Conceptual framework

The core analytical model is presented in Table 1, which aligns specific categories of high technology with their mechanisms of application and associated sustainability outcomes. This framework is based on the assumption that the deployment of advanced technologies yields measurable operational and ecological benefits when applied within integrated and adaptive military systems.

Criteria for sustainability assessment

To assess the potential contributions of these technologies to sustainable development in defense, the following key dimensions are used:

Operational efficiency: reduced mission time, increased precision, enhanced situational awareness.

Personnel safety: minimized exposure to hazardous environments, automation of high-risk tasks.

Environmental impact: reduction in fuel consumption, emissions, noise pollution, and physical damage to ecosystems.

Logistical resilience: improved energy autonomy, simplified supply chains, lower maintenance and lifecycle costs.

These dimensions are used to guide the mapping between technologies and outcomes and to structure the comparative analysis across categories.

Case illustration: 44-day Patriotic War

While the analysis remains conceptual, illustrative evidence from the 44-day Patriotic War is incorporated to demonstrate the practical relevance of the framework. For example, the use of unmanned aerial systems for ISR and targeting

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

in mountainous terrain contributed not only to tactical success but also to reduced environmental disturbance and lower logistical strain. These real-world patterns support the underlying assumptions of the framework and suggest its applicability in diverse operational environments.

Limitations

This methodology does not include quantitative modeling or direct measurement due to the sensitive nature of military operational data. Furthermore, the generalizability of findings depends on the availability and transparency of case-based documentation. However, the proposed framework offers a structured lens for interpreting and evaluating the sustainability implications of technological modernization in the military domain.

Results and Discussion

The analysis of the technological domains identified in this study confirms a growing convergence between military innovation and the principles of sustainable development. Although these two areas have historically been seen as separate, the integration of high technologies into defense operations has created new possibilities for enhancing not only combat effectiveness, but also ecological responsibility, logistical resilience, and personnel safety. This section discusses the main findings in relation to each technology cluster and reflects on their combined implications.

1. Artificial Intelligence: Acceleration and Optimization

Artificial intelligence is increasingly positioned as the cognitive backbone of modern military systems. Its ability to process vast volumes of data in real time allows for improved situational awareness, rapid decision-making, and optimized mission planning. In sustainability terms, this leads to more precise operations, which in turn minimizes unnecessary resource use, avoids redundant deployments, and reduces operational risk.

AI also supports predictive maintenance, reducing equipment failure rates and extending the lifespan of systems, which contributes to material conservation. However, these benefits depend heavily on reliable data infrastructure and ethical safeguards to ensure responsible use, especially in autonomous targeting scenarios.

2. Autonomous Platforms: Reducing Human Risk and Operational Load

The use of autonomous and semi-autonomous systems—particularly unmanned aerial vehicles (UAVs)—has shown clear advantages in both operational efficiency and sustainability. These platforms are capable of performing intelligence, surveillance, and reconnaissance (ISR) tasks, as well as precision strikes, often in high-risk or inaccessible areas.

The 44-day Patriotic War offers a clear empirical illustration of this impact. During the conflict, Azerbaijan's deployment of UAVs reduced the need for large-scale ground forces and enabled accurate strikes with minimal collateral damage. From a sustainability perspective, this approach not only protected personnel but also limited physical and ecological disruption on the battlefield.

3. Cyber Defense and Information Resilience

Secure and resilient communication systems are essential for any technology-dependent operation. Cybersecurity tools ensure the integrity of mission-critical data and prevent interruptions in command-and-control networks. Maintaining

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

these digital lifelines is crucial for operational continuity, especially during prolonged or multi-domain campaigns.

In terms of sustainability, resilient information systems reduce the likelihood of mission failure or duplication, avoiding the need for additional deployments or emergency response efforts. However, the complexity of modern cyber environments demands continuous adaptation, and the cost of maintaining secure systems is a growing strategic concern.

4. Renewable Energy Systems: Redefining Logistics

Energy independence has long been a strategic goal in military logistics. The adoption of green energy technologies—such as hybrid generators, solar systems, and deployable microgrids—directly supports this objective. These systems decrease reliance on fuel convoys, which are often vulnerable and logistically burdensome.

In environmental terms, the shift to renewable sources reduces carbon emissions, lowers thermal and acoustic signatures, and supports long-term base sustainability. Still, operational constraints such as weather variability and storage limitations mean that renewable energy remains a complement, rather than a full replacement, in high-intensity combat scenarios.

5. Additive Manufacturing: Autonomy and Resource Efficiency

Additive manufacturing, commonly referred to as 3D printing, provides military units with the capacity to produce parts, tools, and structures on demand. This innovation shortens supply chains and reduces the need for complex resupply missions, particularly in remote or contested environments.

By producing only what is necessary, additive manufacturing also reduces material waste and contributes to a leaner, more sustainable logistical footprint. However, current limitations in quality control, energy demand, and material inputs still restrict its use to selected applications.

6. Integrated Effects: From Isolated Tools to Sustainable Systems

One of the most important findings of this analysis is that the sustainability benefits of high technologies are amplified when they are used in combination. For example, autonomous systems powered by renewable energy and supported by AI-enabled decision tools can operate with greater endurance, efficiency, and precision. Similarly, cyber-secure networks and additive manufacturing together support distributed, adaptive, and resilient military formations.

These synergies suggest that sustainable military operations are not achieved through the adoption of individual technologies in isolation, but rather through deliberate system design, integration, and doctrine development.

7. Trade-offs and Open Challenges

Despite the clear benefits, several trade-offs remain. Technological dependence introduces new forms of vulnerability, particularly in the cyber domain. Green technologies, while environmentally beneficial, may be difficult to deploy in austere conditions. Additionally, the financial costs associated with advanced systems may pose barriers for smaller states or budget-constrained forces.

Moreover, the sustainability gains of advanced technologies depend not only on their presence, but on how they are used. Ethical command structures, training, and interoperability remain vital to ensuring that technological tools support responsible, lawful, and efficient operations.

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Conclusion

This study aimed to examine how high technologies can contribute to the sustainable development of military operations. Based on the conceptual framework developed in this article, it becomes clear that systems such as artificial intelligence, autonomous platforms, cyber protection tools, renewable energy, and additive manufacturing are no longer simply force multipliers, but are also instruments for responsible and adaptive military transformation.

Sustainability in the military context involves more than reducing environmental harm. It includes improving operational efficiency, ensuring the safety of personnel, maintaining system resilience, and conserving critical resources. The strategic application of advanced technologies can support all these objectives when used within integrated, well-designed operational structures.

The lessons observed from the 44-day Patriotic War illustrate the real-world relevance of this approach. In that conflict, technological integration enabled more accurate targeting, limited the need for large-scale troop deployment, and reduced unnecessary damage to infrastructure and ecosystems. These outcomes show that technological superiority and sustainability can reinforce one another, rather than compete.

Nevertheless, certain challenges persist. Technological systems require stable infrastructure, secure communication networks, and trained personnel to function reliably. In addition, overreliance on digital tools may create new vulnerabilities, particularly in contested or cyber-compromised environments. The lack of unified metrics and long-term data also makes it difficult to fully assess the sustainability impact of these innovations.

Despite these limitations, the proposed framework offers a structured lens through which defense institutions can assess the value of innovation not only in terms of battlefield advantage, but also in terms of strategic sustainability. It encourages planners and decision-makers to consider long-term consequences, ethical boundaries, and resource constraints in parallel with military objectives.

Sustainable military development is not a utopian ambition. It is a practical necessity in an age where environmental stress, geopolitical uncertainty, and technological acceleration intersect on the battlefield. The challenge is to ensure that innovation serves not only the conduct of war, but also the preservation of stability and life.

References:

[1] Mammadov, E. V., Islamov, I. C., (2025). Development of effective personal protective equipment against radiation and chemical hazards. Current directions of development of information and communication technologies and control tools (Vol. 4, pp. 84–85). Baku–Kharkiv–Žilina: Impress. https://www.kpi.kharkov.ua/eng/

[2] Mammadov, E. V., Islamov, I. C., (2025). Development of multilayered protection systems against chemical, radiological, and biological hazards for military personnel. Current directions of development of information and communication technologies and control tools (Vol. 1, pp. 112–113). Baku–Kharkiv–Žilina: Impress. https://www.kpi.kharkov.ua/eng/

[3] Mammadov, E. V., Islamov, I. C., (2025). Eco-innovations and sustainable development in the military sector in the face of contemporary challenges. Current directions of development of information and communication technologies and control tools (Vol. 1, pp. 126–127). Baku–Kharkiv–Žilina: Impress. https://www.kpi.kharkov.ua/eng/

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[4] Mammadov, E. V., Islamov, I. C., (2025). Innovative technologies for radiological and chemical safety in military units. Current directions of development of information and communication technologies and control tools (Vol. 1, pp. 118–119). Baku–Kharkiv–Žilina: Impress. https://www.kpi.kharkov.ua/eng/
[5] Mammadov, E. V., Islamov, I. C., (2025). The impact of military activities on the environment: Pathways for minimizing consequences. Current directions of development of information and communication technologies and control tools (Vol. 1, pp. 122–123). Baku–Kharkiv–Žilina: Impress. https://www.kpi.kharkov.ua/eng/
[6] Мустафаев, И. И., & Ахундов, Р. Г. (2019). Коксование углеродистых материалов под воздействием ионизирующего излучения. Вестник Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности, 24(4), 37-44.
[7] Axundov, R. Q. (2023). Pilotsuz uçuş aparatlarinin radiasiya və kimyəvi kəşfiyyatda tətbiqi. Bakı: Hərbi bilik,(2), 23-31.
[8] Ахундов, Р. Г. (2019). Получение углеродных адсорбентов для противогазов радиационно-химическим методом. Кемерово: Точная наука, (64), 14-18.
[9] Axundov, R. Q. (2023). Azərbaycan Ordusunda radiasiya, kimyəvə bioloji mühafizənin inkişaf problemləri və onlarin həlli yollari. Hərb sənətinin aktual problemləri" beynəlxalq elmi-praktik konfransın materialları,–Bakı: MMU, 137-138.
[10] Akhundov, R. G., & Mustafayev, I. I. (2020). Radiation-initiated processes of activation of charcoal. Journal of Radiation Researches, 7(1), 27-34.
[11] Ахундов, Р. Г. О. (2019). Сорбционные и структурные характеристики углеродных адсорбентов. Вестник науки и образования, (22-1 (76)), 22-27.
[12] Axundov, R. Q. (2023). Dərinin fərdi qoruyucu vasitələrinin tətbiqi və inkişaf perspektivləri. Bakı: Milli təhlükəsizlik və hərbi elmlər, (4), 9.
[13] Akhundov, R. (2024). Environmental Warfare–Modern Global Challenge. In Modeling, Control and Information Technologies: Proceedings of International scientific and practical conference (No. 7, pp. 332-335).
[14] Akhundov, R. (2017). Radiation-thermal activation of coal for water purification. In Ecological and environmental chemistry (pp. 141-141).
[15] Axundov, R. Q. (2024). Xüsusi təyinatlı bölmələrin icra etdiyi əməliyyatlar və onların tətbiqinin prinsip və xüsusiyətləri. Müasir radiotexniki silahlar" respublika elmi-praktik konfransın materialları–Bakı: MMU HETİ, 39-42.
[16] Akhundov, R. (2024). The Environmental Consequences of Military Activity. In 20 години България в НАТО и НАТО в България (pp. 410-422). Военна академия „Г. С Раковски".
[17] Ахундов, Р. Г., Ахмедова, А. Г., Даньялов, Ш. Д., & Мустафаев, И. И. (2020). Радиационно-стимулированные процессы получения активного угля. Санкт-Петербург, 25(1), 47.
[18] Akhundov, R. (2024, April 25–26). Basics of Special Forces Operations Planning. In Current Directions of Development of Information and Communication Technologies and Control Tools: Abstracts of the Fourteenth International Scientific and Technical Conference (Vol. 1, pp. 12–13). Kharkiv, Ukraine.
[19] Akhundov, R., & Nabizadə, Z. (2017, December). Production of high-efficiency carbon adsorbents for gas masks by radiation-chemical method. In Natural disasters and human life safety" International scientific-technical Conference. Baku, Azerbaijan (pp. 113-114).
[20] Mustafayev, I. I., & Akhundov, R. G. (2019). The formation of carbon adsorbent at the influence of radiation to the carboneus substances. Warsaw, Poland: East European Scientific Journal, (12), 52.
[21] Ахундов, Р. Г. (2019). Модифицирование радиационно-термическим методом углеродных сорбентов и их применение в гемосорбции. Москва: Евразийский союз ученых, (11), 68.

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[22] Axundov, R. Q. (2017). Karbon adsorbentlərinin xüsusiyyətlərinin tədqiqi. Milli təhlükəsizlik və hərbi elmlər, 1(3), 129-135.
[23] Akhundov, R. (2024). The environmental impact of military activities. ResearchGet.
[24] Akhundov, R., & Sh, D. (2019, November). The use of modified activated coal in sorption of carbon-monoxide. In Materials of the international scientific-practical conference "Radiation and chemical safety problems",–Baku (pp. 161-162).
[25] Ахундов, Р. Г. О. (2019). Построение экспериментальных изотерм адсорбции образцами угленаполненного химзащитного субстрата. Наука, техника и образование, (10 (63)), 16-20.
[26] Akhundov, R., & Hashimov, E. (2025). Radiation and chemical protection as a strategic priority of environmental security in the military sphere. Матеріали конференцій МЦНД, (16.05. 2025; Миколаїв, Україна), 202-211.
[27] Akhundov, R., & Hashimov, E. (2025). Military activity and the environment: The need for a systemic approach to radiological and chemical safety. Матеріали конференцій МЦНД, (16.05. 2025; Миколаїв, Україна), 187-197.
[28] Islamov, I., Akhundov, R., Dimitrov, D., & Panevski, V. (2025). Modeling of a Circular Disk Monopole Antenna Fed from a Microwave Broadband Coplanar Waveguide. Advanced Physical Research, 7(2), 184-195. https://doi.org/10.62476/apr.72184.
[29] Axundov, R. Q. (2022). Radiasiya və kimyəvi təhdidlərdən mühafizənin vəziyyəti və inkişaf perspektivləri. Bakı: Milli təhlükəsizlik və hərbi elmlər, (3), 8.
[30] Axundov, R. Q., Abıyev, Q. A., & Nabizadə, Z. Radiasiyanın aktiv kömürlərin mexaniki möhkəmliyinə təsiri. Tibb elmləri doktoru əzəm Təyyar oğlu Ağayevin anadan olmasının, 75, 14-17.
[31] Akhundov, R. (2024, April 25–26). Military conflicts and environmental safety. In Current Directions of Development of Information and Communication Technologies and Control Tools: Abstracts of the Fourteenth International Scientific and Technical Conference (Vol. 2, pp. 89–90). Kharkiv, Ukraine.
[32] Axundov, R. Q. (2023). Radiasiya, kimyəvi və bioloji mühafizə sisteminin təkmilləşdirilmə istiqamətləri. Müdafiə sənayesi üzrə ixtisaslı kadr hazırlığı: radioelektron, aerokosmik sistemlər və robotlar" mövzusunda II Respublika elmi-texniki konfransın materialları,–Bakı: AzTU, 89-92.
[33] Akhundov, R. G., & Ibadov, P. (2023). Problematic issues and prospects for the development of airborne radiation, chemical and biological reconnaissance systems. Baku: National security and military sciences,-2023.-1 (9).–p, 38-46.
[34] Agayev, S.O., et al. (2016). Modern pedagogical technologies in military education. Textbook. Part I. Baku: Military Publishing House.
[35] Babayev, S.M., et al. (2024) The impact of new technologies on the progress of military art. İn Problems of informatization. Vol.2. p.9-10
[36] Bayramov, A.A. (2019). Development of UAV SoS flight combat reconnaissance mission program. Advanced Information Systems, 3(1), 152-156.
[37] Bayramov, A.A., et al. (2018, April). The supervisory control systems deployment in mountainous terrain. In VIII Int. Conf."Modern development trends of ICT and control methods (pp. 3-4).
[38] Bayramov, A. (2016). Seismic location station for detection of unobserved moving military machineries. Journal of Management and Inform. Science, 4(2), 61-66.
[39] Bayramov, A.A. (2020). Application SMART for small unmanned aircraft system of systems. In Handbook of Research on Artificial Intelligence Applications in the Aviation and Aerospace Industries (pp. 193-213). IGI Global Scientific Publishing.
[40] Hashimov, E.G., & Bayramov, A. A. (2017). Application of GIS and seismic location method for detection of invisible military objects. Monograph/- Baku: Military Publishing House, 2017, 246 p.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[41] Hashimov, E.G. et al. (2023) About some aspects of using a flock of UAVS. İn Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління. Том 1: - pp.4-5.
[42] Hashimov, E. et al. (2016, May). Terrain orthophotomap making and combat control. In Proceeding of Internatonal Conf."Modern Call of Security and Defence". I-st (Vol. 19, pp. 68-71).
[43] Hashimov, E.G., et al. (2023). Mathematical aspects of determining the motion parameters of a target by UAV. Advanced Information Systems, 7(1), 18-22.
[44] Hashimov, E., et al. (2017). GIS technology and terrain orthophotomap making for military application. Journal of Defense Resources Management, 8(2), 81-90.
[45] Hashimov, E.G., et al. (2015). Operative detection of ground enemy objects. Herbi Bilik, (1), 33-47.
[46] Hashimov, E.G. et al.. (2017). Development of the multirotor unmanned aerial vehicle. National security and military sciences, 3(4), 21-31.
[47] Huseynov, B.S. (2023). Characteristics of UAVs application during the second Karabakh war. İn Problems of informatization. Vol. 3. -p.10-11.
[48] İmrani, Z.T., et al. (2018). Economic and social conditions of frontline area population of the Goranboy district and perspective progress directions. National Security and Military Sciences, 4(4).
[49] Piriyev, H.K., et al. (2014). Some issues of pedagogical staff training for special-purpose higher education institutions. Military knowledge, (4), 3-9.
[50] Piriyev, H.K., et al. (2016). Provide interactive training methods. Methodological materials. Baku: Military publishing house.
[51] Muradov, S.A. et al. (2023, November). Determining the location of the UAV equipped with a homing device based on radio beacons. In Modeling, Control and Information Technologies: Proceedings of International scientific and practical conference (No. 6, pp. 54-56).
[52] Talibov, A.M., et al. (2023). On the optimal placement of logistics centers. Baku: Informatics and Control Problems, (43), 51-58.
[53] Talibov, A.M. (2024). Vehicle transport cost calculation method. İn Current directions of development of information and communication technologies and control tools. (Vol. 2, pp. 3-6).
[54] Talibov, A., et al. (2023, May). Optimal placement of logistics centers in the Republic of Azerbaijan. In 2nd International Conference on Problems of Logistics, Management and Operation in The East-West Transport Corridor (PLMO 2023).–Baku (pp. 24-26).
[55] Khalilov, A. I., Islamov, I. J., Hunbataliyev, E. Z., Shukurov, N. M., & Abdullayev, R. S. (2020, June). Modeling microwave signals transmitted through a rectangular waveguide. In 2020 Wave Electronics and its Application in Information and Telecommunication Systems (WECONF) (pp. 1-5). IEEE.
[56] Ghiotto, A., Parment, F., Martin, T., Vuong, T. P., & Wu, K. (2017, October). Air-filled substrate integrated waveguide—A flexible and low loss technological platform. In 2017 13th International Conference on Advanced Technologies, Systems and Services in Telecommunications (TELSIKS) (pp. 147-149). IEEE.
[57] Yeap, K. H., Tham, C. Y., Nisar, H., & Loh, S. H. (2013). Analysis of probes in a rectangular waveguide. Frequenz, 67(5-6), 145-154.

ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ВИСОКИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ВІЙСЬКОВИХ ОПЕРАЦІЙ

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Ельнур Мамедов
Професор
Національний університет оборони, Баку, Азербайджан

Анотація. *У цій статті досліджується роль високих технологій у сприянні сталому розвитку військових операцій. Оскільки збройні сили всього світу інтегрують штучний інтелект, автономні системи, інструменти кіберзахисту, зелену енергетику та адитивне виробництво у свої структури, виникає нова парадигма, де операційна ефективність та сталий розвиток все більше взаємопов'язані. У дослідженні пропонується концептуальна основа, яка пов'язує конкретні технології з механізмами їх застосування та вимірюваним внеском у сталий розвиток, включаючи захист навколишнього середовища, оптимізацію ресурсів та стійкість сил. Спираючись на академічну літературу, документи міжнародної оборонної політики та ілюстративні дані 44-денної Вітчизняної війни, стаття демонструє, як передові системи можуть зменшити екологічний вплив, знизити ризик для персоналу та підвищити логістичну автономію.*

Методологія ґрунтується на якісному аналізі та концептуальному моделюванні, спрямованому на подолання існуючих прогалин у дослідженнях, які часто розглядають технології та сталий розвиток як окремі сфери. Результати дослідження свідчать про те, що сталий розвиток є найбільш значущим, коли технології розгортаються в скоординованих та інтегрованих системах, а не ізольовано. Такі проблеми, як кібервразливість, складність розгортання та відсутність стандартизованих показників, залишаються невирішеними, але розроблена тут структура пропонує відправну точку для майбутніх емпіричних досліджень та стратегічного планування. Загалом, у статті стверджується, що сталий розвиток та військова модернізація не є взаємовиключними, і що відповідальна технологічна інтеграція є важливою для довгострокової оборонної стійкості.

Ключові слова: *Сталі військові операції; високі технології; штучний інтелект; автономні системи; кіберзахист; відновлювана енергія; адитивне виробництво; операційна стійкість; вплив на навколишнє середовище; оборонні інновації.*

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ARTICLE

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.039

БПЛА В СИСТЕМІ РОЗВІДКИ ТА ВОГНЕВОГО УРАЖЕННЯ: СУЧАСНИЙ СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ

Ковальов Костянтин Євгенович
старший науковий співробітник
Український науково-дослідний інститут спеціальної техніки та судових експертиз Служби безпеки України, Україна

Анотація. *У статті комплексно досліджується роль безпілотних літальних апаратів (БПЛА) у сучасних військових операціях, зокрема у системах розвідки та вогневого ураження, а також окреслюються перспективи їх подальшого розвитку. Розглянуто історичний аспект розвитку безпілотних технологій, починаючи з перших експериментальних моделей початку XX століття, що використовувалися в основному для навчальних та тренувальних цілей, до сучасних бойових систем, які стали невід'ємною частиною стратегічного, оперативного та тактичного рівнів військової справи. Проаналізовано, як стрімкий розвиток цифрових технологій, удосконалення систем навігації, високоточних сенсорів, засобів зв'язку та безпілотного управління створив новий рівень функціональності БПЛА, що істотно вплинув на концепції ведення бойових дій.*

Особлива увага приділяється ролі безпілотників у військовій розвідці — здатності вести цілодобове спостереження за об'єктами, контролювати великі території, швидко і точно передавати інформацію в режимі реального часу, що дозволяє оперативно приймати тактичні рішення та ефективно координувати дії військ. Розглядається інтеграція БПЛА в єдині системи бойового управління, що забезпечує взаємодію безпілотних комплексів із наземними, повітряними та морськими платформами, підвищуючи загальну бойову ефективність збройних сил.

Окремий розділ статті присвячено аналізу конкретних військових конфліктів і операцій, у яких безпілотні літальні апарати відіграли ключову роль. Війна в Перській затоці 1991 року стала першим масштабним застосуванням БПЛА для розвідки і коригування вогню артилерії та авіації, що істотно підвищило точність ураження і знизило втрати серед особового складу. Афганістанська кампанія стала ареною активного застосування ударних безпілотників MQ-1 Predator і MQ-9 Reaper для розвідки, моніторингу та ураження цілей, що зробило їх невід'ємною частиною сучасної контртерористичної війни. Конфлікт у Нагірному Карабасі 2020 року показав значну ефективність турецьких ударних БПЛА Bayraktar TB2, які допомогли Азербайджану досягти значних тактичних успіхів завдяки високоточному ураженню бронетехніки, укріплень і командних пунктів противника. У сучасній війні в Україні безпілотні системи відіграють критичну роль у зборі розвідувальної інформації та нанесенні вогневих ударів, значно підвищуючи оперативність та ефективність бойових дій.

Розглядаються сучасні тенденції розвитку БПЛА, зокрема впровадження автономних систем управління, машинного навчання і штучного інтелекту, що дозволяє безпілотникам самостійно приймати рішення у складних умовах бойових дій, швидко адаптуватися до змін обстановки і виконувати комплексні завдання з мінімальним

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

втручанням оператора. Значна увага приділяється концепції «рійових» систем — одночасній роботі великої кількості дрібних БПЛА, які взаємодіють між собою, підвищуючи стійкість системи, обходячи засоби протидії і забезпечуючи масоване ураження цілей.

У статті також акцентується увага на викликах, що постають перед збройними силами у зв'язку з розвитком безпілотних технологій. Зокрема, аналізуються сучасні системи протидії БПЛА, такі як засоби радіоелектронної боротьби, системи ППО, лазерні комплекси і високоточна стрілецька зброя, які спрямовані на нейтралізацію або знищення ворожих безпілотників. Розглядаються питання юридичного та етичного регулювання застосування ударних і автономних безпілотних систем, що стають предметом активних дискусій у міжнародному праві щодо відповідальності, контролю і дотримання норм міжнародного гуманітарного права.

Підсумовуючи, у статті підкреслюється стратегічне значення БПЛА як одного з ключових чинників трансформації сучасних військових конфліктів, що формує нові стандарти у веденні бойових дій. Визначено необхідність комплексного підходу до розвитку, інтеграції та регулювання безпілотних систем для забезпечення безпеки і стабільності на міжнародному рівні, а також для максимально ефективного використання потенціалу цих технологій у військовій справі.

Ключові слова: *безпілотний літальний апарат, БПЛА, військова розвідка, ударні безпілотники, вогневе ураження, автономні системи, штучний інтелект, військові операції, протидія БПЛА, міжнародне гуманітарне право, військові технології, розвідка, система бойового управління.*

Безпілотні літальні апарати (БПЛА) вже давно перестали бути лише експериментальними або допоміжними засобами ведення бойових дій. Сьогодні вони є однією з найважливіших складових сучасних військових операцій, виконуючи широкий спектр завдань — від тактичної і стратегічної розвідки до безпосереднього вогневого ураження супротивника. Розвиток безпілотних технологій став відповіддю на потреби сучасної війни, де швидкість прийняття рішень, мінімізація людських втрат і максимальна точність дій визначають успіх бойових операцій. Саме тому БПЛА відіграють дедалі вагомішу роль у системі розвідки та вогневого ураження, формуючи нові стандарти і підходи в військовій справі [10].

Історія безпілотних літальних апаратів сягає початку XX століття, коли вперше виникла ідея створення літальних апаратів, які могли б виконувати польоти без участі пілота. Перші експерименти в цій сфері були пов'язані з розробкою керованих ракет і моделей, які застосовувалися під час Першої світової війни переважно як цілі для стрільби. У 1930-40-х роках у США та Великій Британії почали створювати безпілотні літальні апарати для навчальних цілей і розвідки, проте їхні можливості були обмеженими через низький рівень технологій управління та навігації.

Значний прогрес стався під час Другої світової війни, коли з'явилися перші дрони, що могли виконувати місії розвідки та навіть наносити удари. Наприклад, американський дрон "Radioplane OQ-2", який використовувався для тренування зенітників, став першим масовим безпілотником. Однак повноцінне бойове застосування БПЛА залишалося обмеженим через технічні складнощі [8].

У період Холодної війни розвиток безпілотних систем активізувався, зокрема у зв'язку з потребою вести розвідку на великих територіях і уникати

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

втрат пілотованих літаків. Саме тоді з'явилися перші більш складні безпілотні розвідувальні апарати, оснащені камерами і системами передачі даних. Наприклад, американський апарат Ryan Firebee, який використовувався для розвідки і навчальних цілей, став прототипом для подальшого розвитку ударних безпілотників [1].

З 1990-х років, з розвитком цифрових технологій, GPS-навігації та систем передачі даних, БПЛА почали широко застосовуватися у військових конфліктах. Війна в Перській затоці 1991 року стала першим масовим використанням безпілотних систем для розвідки та коригування артилерійського вогню. Безпілотники використовувалися для розвідки та коригування вогню артилерії і авіації. Вони збирали дані про розташування і пересування іракських військ, допомагаючи союзним силам наносити точкові удари. Це значно підвищило ефективність операцій і мінімізувало втрати серед пілотів і наземних розвідників. Після цього безпілотники стали активно використовуватися у війнах у Югославії, Іраку, Афганістані та Сирії. Особливого розвитку набули ударні БПЛА, які здатні вражати цілі безпосередньо на полі бою [5].

Війна в Афганістані стала ареною активного застосування безпілотників, зокрема американських MQ-1 Predator і MQ-9 Reaper. Ці БПЛА виконували завдання розвідки, моніторингу й ураження високоприоритетних цілей, таких як бойовики терористичних організацій. Вони забезпечували безперервний контроль над територією, оперативно передавали відеоінформацію та виконували ударні місії, що значно ускладнювало діяльність ворога.

Під час конфлікту між Вірменією та Азербайджаном у 2020 році турецькі ударні БПЛА Bayraktar TB2 зіграли ключову роль у забезпеченні перемог азербайджанських сил. Ці безпілотники застосовувалися для розвідки, коригування артилерійського вогню та прямого ураження ворожої бронетехніки, укріплень і командних пунктів. Вони продемонстрували високу ефективність, здатність долати засоби ППО і змінювати баланс сил на полі бою [2].

В останні два десятиліття технології БПЛА зазнали справжньої революції. Поява високоточних сенсорів, систем штучного інтелекту, безпечних каналів зв'язку і легких матеріалів дозволила створити безпілотники з надзвичайно широкими можливостями. Водночас значно зросла кількість виробників і моделей, що робить цю сферу однією з найбільш динамічних у військовій техніці.

В сучасному конфлікті в Україні БПЛА стали однією з основних складових бойових дій. Українські сили широко застосовують безпілотники як вітчизняного виробництва, так і іноземного — зокрема Bayraktar TB2, які успішно виконують завдання розвідки та вогневого ураження, знищуючи важливі об'єкти противника, техніку, склади боєприпасів та інфраструктуру. Протидія ворожим БПЛА також стала пріоритетним напрямком, що стимулює розвиток систем ППО та радіоелектронної боротьби [3].

Сучасні БПЛА можуть виконувати польоти тривалістю від кількох годин до десятків годин, долати тисячі кілометрів, зберігаючи при цьому високу точність навігації і стабільність передачі даних. Військові використовують їх для моніторингу зон конфлікту, збору розвідувальних даних, контролю за

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

переміщеннями противника, а також для підтримки наземних підрозділів інформацією про обстановку на полі бою.

Одним із головних напрямків застосування БПЛА є розвідка. Сучасні безпілотники оснащуються комплексом датчиків, серед яких оптичні і тепловізійні камери високої роздільної здатності, лазерні далекоміри, радіолокаційні станції, системи радіоелектронної розвідки та інші. Вони дозволяють вести спостереження на великих відстанях, виявляти і класифікувати об'єкти, фіксувати зміни на полі бою в режимі реального часу. Важливою перевагою БПЛА є можливість їх використання в умовах, коли застосування пілотованих літаків або безпосереднє проникнення наземної розвідки є надто ризикованим. Це дає змогу отримати достовірні розвідувальні дані без втрат особового складу та суттєвих витрат ресурсів [7].

Успішність застосування БПЛА в розвідці багато в чому визначається їх здатністю інтегруватися в єдині системи бойового управління. Завдяки високошвидкісним каналам передачі даних та цифровим комунікаційним платформам, інформація, отримана безпілотниками, миттєво надходить до командних пунктів, де вона аналізується і використовується для прийняття рішень. Така оперативність є критичною під час бойових дій, коли швидкість реагування може визначити хід операції. Крім того, можливість коригувати дії підрозділів, координувати вогонь артилерії і авіації на основі даних з БПЛА підвищує ефективність застосування військової сили [9].

Одним із найбільш інноваційних напрямів розвитку БПЛА є ударні безпілотники, які здатні не лише збирати розвідувальні дані, а й завдавати точкових ударів по цілях. Завдяки оснащенню високоточними керованими боєприпасами, такі системи можуть самостійно або за участю оператора здійснювати ураження ворожих сил, інфраструктури, техніки і командних пунктів. Приклади успішного застосування ударних БПЛА можна знайти в конфліктах останніх років, зокрема в зоні війни на Близькому Сході, де безпілотники стали ефективним інструментом як для державних сил, так і для нерегулярних формувань. Застосування ударних БПЛА значно знизило потребу в пілотованих місіях з високим ризиком, водночас збільшивши оперативну мобільність та точність ураження [6].

Особливу увагу слід приділити таким моделям, як американські MQ-9 Reaper та MQ-1 Predator, турецькі Bayraktar TB2, ізраїльські Hermes 900 і Harop. Ці апарати демонструють високий рівень технологічної досконалості: вони можуть виконувати завдання на великих висотах і відстанях, нести значний бойовий вантаж, використовувати комплексну систему датчиків і працювати в умовах активної протидії. Bayraktar TB2, наприклад, отримав широке визнання за свою ефективність у конфлікті на сході Європи, де його застосування дозволило виявляти і знищувати важливі цілі противника з високою точністю.

Важливо відзначити, що сучасні БПЛА не є автономними елементами, а частиною складної мережевої системи, в якій вони взаємодіють із наземними, повітряними та морськими платформами. Відбувається обмін розвідувальною інформацією, координація дій і спільне планування операцій. Така інтеграція підвищує загальну ефективність військового потенціалу і дає змогу максимально використовувати переваги кожного виду озброєнь [1].

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Перспективи розвитку БПЛА пов'язані з активним впровадженням технологій штучного інтелекту (ШІ), машинного навчання та автономних систем управління. Вже сьогодні ведуться розробки апаратів, здатних самостійно виконувати складні завдання без постійного контролю оператора. Автономність дозволить безпілотникам швидко адаптуватись до змін бойової обстановки, виявляти цілі, ухвалювати рішення про застосування зброї з мінімальним втручанням людини. Це суттєво підвищить оперативність і точність дій, а також зменшить ризики, пов'язані з людським фактором.

Додатково значну увагу приділяють розробці так званих «рійових» систем (swarm technology), які передбачають одночасну роботу великої кількості дрібних БПЛА, що взаємодіють між собою. Такий підхід дозволяє ефективно вражати розосереджені або складні цілі, обходити системи протидії, а також забезпечує високу стійкість до атак на окремі апарати. Рої безпілотників можуть виконувати завдання розвідки, масованого ураження, дезінформації та інші спеціалізовані операції, які раніше були недосяжними для одиночних платформ.

Разом із розвитком безпілотних технологій наростає і загроза їх застосування противником. Військові розробляють і впроваджують різноманітні системи протидії — від засобів радіоелектронної боротьби, що блокують зв'язок і навігацію БПЛА, до лазерних систем, високоточної стрілецької зброї, комплексів перехоплення та фізичного знищення. Ця технологічна гонка стимулює безперервне вдосконалення і захисту, і атакуючих платформ, що веде до швидкого еволюційного розвитку в обох напрямках [10].

Важливим також є питання юридичного і етичного регулювання застосування БПЛА, особливо у випадках ударних безпілотників. Використання автономних систем із функціями самостійного прийняття рішень про вогонь викликає серйозні дискусії у міжнародному співтоваристві щодо контролю, відповідальності та дотримання норм міжнародного гуманітарного права. Вирішення цих питань має важливе значення для майбутнього розвитку і застосування безпілотних технологій у військовій сфері [8].

Отже, безпілотні літальні апарати сьогодні є ключовим фактором у системі розвідки та вогневого ураження, що значною мірою визначає характер сучасних і майбутніх воєнних конфліктів. Вони поєднують у собі технологічні інновації, оперативність, високу точність і можливість зниження людських втрат. Подальший розвиток автономності, інтелектуальних систем, мережевої взаємодії та озброєння зробить їх ще більш ефективними та незамінними в сучасній військовій справі. Водночас виклики, пов'язані із протидією БПЛА та етичними аспектами їх застосування, вимагають комплексного підходу та міжнародної координації для збереження стабільності і безпеки на глобальному рівні.

Список використаних джерел:

[1] Андерсон Герман Георгійович. Безпілотні системи військового призначення: досвід та перспективи застосування. 10.09.2024. Соціальні та поведінкові науки. URL: https://doi.org/10.5281/zenodo.13740260

[2] Бурсала, О. Л., Кульба, П. П., & Чуприна, В. М. (2019). Безпілотні літальні апарати повітряного бою. Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, 1(1), 50–57. URL: https://dndivsovt.com/index.php/journal/article/view/184

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[3] Медведєв, В. К., Коренівська, І. С., Хажанець, Ю. А., & Салов, А. О. (2023). Безпілотні літальні апарати та їхній вплив на перебіг російсько-української війни. Наука і оборона, 2, 52–59. URL: http://nio.nuou.org.ua/article/view/285433
[4] Савліва, Н. О. (2022). Порівняльний аналіз професійної підготовки операторів безпілотних авіаційних систем в Україні та у США. Аеро-2022. Повітряне і космічне право: Всеукраїнська конференція молодих вчених та студентів (м. Київ, 25–26 листопада 2022 р.) (с. 148–151). Національний авіаційний університет. URL: https://dspace.nau.edu.ua/handle/NAU/58582
[5] Стасенко, Д. В., & Яковина, В. С. (2023). Аналіз наявних методів і засобів удосконалення навігації БПЛА з використанням штучного інтелекту. Науковий вісник НЛТУ України, 33(4), 78–83. URL: https://nv.nltu.edu.ua/index.php/journal/article/view/2525
[6] Халатов, А. А., Немчін, О. Ф., Шквар, Є. О., Кузьмін, А. В., & Кобзар, С. Г. (2023). Бойові малорозмірні безпілотні літальні апарати з реактивною тягою: монографія. Дніпро: Ліра. URL: https://www.nas.gov.ua/UA/Messages/Pages/View.aspx?MessageID=10690
[7] Krolikowski, H. (2022). The use of unmanned aerial vehicles in contemporary armed conflicts–selected issues. Politeja-Pismo Wydzialu Studiow Miedzynarodowych i Politycznych Uniwersytetu Jagiellonskiego, 19(79), 17–34. URL: https://ruj.uj.edu.pl/server/api/core/bitstreams/b8c4257d-cb55-4689-b806-2684b817680c/content
[8] Ciolponea, C. A. (2022). The Integration of Unmanned Aircraft System (UAS) in Current Combat Operations. Land Forces Academy Review, 27(4), 333–347. URL: https://sciendo.com/article/10.2478/raft-2022-0042
[9] Minculete, G., & Pastae, V. (2023). Essential approaches to combat the use of drones. Specific elements of the armed conflict in Ukraine. Bulletin of Carol I National Defence University, 12(4), 208–224. URL: https://www.ceeol.com/search/articledetail?id=1214038
[10] Terzic, M. R. (2024). Effects of the use of robotized combat systems during the conflict in Ukraine from 24.02. 2022. Bastina, 34(62). URL: https://aseestant.ceon.rs/index.php/bastina/article/view/49656.

UAVS IN THE RECONNAISSANCE AND FIRE CONTROL SYSTEM: CURRENT STATUS AND PROSPECTS

Kostiantyn Kovalov
Senior Researcher
Ukrainian Research Institute of Special Equipment and Forensic Examinations of the Security Service of Ukraine, Ukraine

Summary. *This article provides a comprehensive study of the role of unmanned aerial vehicles (UAVs) in modern military operations, particularly in reconnaissance and fire strike systems, and outlines prospects for their further development. The historical aspect of the development of unmanned technologies is considered, starting from the first experimental models of the early 20th century, which were primarily used for training and educational purposes, to modern combat systems that have become an integral part of strategic, operational, and tactical levels of military affairs. The rapid advancement of digital technologies, improvements in navigation systems, high-precision sensors, communication means, and unmanned control have created a new level of UAV functionality that has significantly influenced combat doctrines.*
Special attention is given to the role of drones in military reconnaissance—their ability to conduct

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

around-the-clock observation of targets, monitor vast territories, and quickly and accurately transmit real-time information, enabling prompt tactical decision-making and effective coordination of troop actions. The integration of UAVs into unified battle management systems is examined, ensuring interaction between unmanned complexes and ground, air, and naval platforms, thereby enhancing the overall combat effectiveness of the armed forces.

A separate section of the article is devoted to analyzing specific military conflicts and operations in which UAVs played a key role. The Gulf War in 1991 was the first large-scale use of UAVs for reconnaissance and artillery and aviation fire correction, which significantly improved strike accuracy and reduced personnel losses. The Afghanistan campaign became a theater for active use of strike UAVs such as the MQ-1 Predator and MQ-9 Reaper for reconnaissance, monitoring, and target engagement, making them an indispensable part of modern counterterrorism warfare. The 2020 Nagorno-Karabakh conflict demonstrated the significant effectiveness of Turkish strike UAVs Bayraktar TB2, which helped Azerbaijan achieve substantial tactical successes through precision strikes on armored vehicles, fortifications, and enemy command posts. In the ongoing war in Ukraine, unmanned systems play a critical role in gathering intelligence and delivering fire strikes, greatly increasing the responsiveness and effectiveness of combat operations.

Current trends in UAV development are discussed, including the introduction of autonomous control systems, machine learning, and artificial intelligence, enabling drones to make independent decisions in complex combat conditions, quickly adapt to changing environments, and perform complex tasks with minimal operator intervention. Significant attention is paid to the concept of "swarm" systems—simultaneous operation of large numbers of small UAVs that interact with each other to increase system resilience, evade countermeasures, and deliver massed strikes on targets.

The article also highlights the challenges facing armed forces in connection with the development of unmanned technologies. In particular, modern UAV countermeasure systems such as electronic warfare tools, air defense systems, laser complexes, and precision small arms designed to neutralize or destroy enemy drones are analyzed. Issues of legal and ethical regulation of strike and autonomous unmanned systems are considered, which have become subjects of active debate in international law concerning accountability, control, and compliance with international humanitarian law norms.

In conclusion, the article emphasizes the strategic importance of UAVs as one of the key factors transforming modern military conflicts and shaping new standards in conducting warfare. It underlines the need for a comprehensive approach to the development, integration, and regulation of unmanned systems to ensure security and stability at the international level, as well as to maximize the effective use of the potential of these technologies in military affairs.

Keywords: *unmanned aerial vehicle, UAV, military reconnaissance, strike drones, fire strike, autonomous systems, artificial intelligence, military operations, UAV countermeasures, international humanitarian law, military technologies, reconnaissance, battle management system.*

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ARTICLE
DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.040

ПОНЯТТЯ ЕФЕКТИВНОСТІ В ОБОРОННОМУ МЕНЕДЖМЕНТІ

Турчин Дмитро Миколайович
ад'юнкт, майор юстиції,
старший юрисконсульт відділу юридичного забезпечення
Національний університет оборони України, Україна

Анотація. *У статті досліджено сутність поняття ефективності в оборонному менеджменті та його ключове значення для системи національної безпеки. Проаналізовано основні чинники, що впливають на результативність управлінських рішень у цій сфері, зокрема ефективність планування, раціональне використання оборонних ресурсів та системну оцінку досягнутих результатів. Показано, що ефективність оборонного менеджменту є критичним показником не лише якості прийнятих рішень, а й загальної спроможності держави реагувати на сучасні виклики та загрози. Зроблено висновок, що підвищення ефективності управлінських процесів в оборонній сфері є необхідною умовою зміцнення національної безпеки в умовах динамічного безпекового середовища.*

Ключові слова: *адміністрування оборонної сфери, оборонний менеджмент, національна безпека, ефективність, якість, державне управління, ресурс, система.*

Постановка проблеми. У сучасних умовах зростаючих загроз безпеці, особливо в контексті збройної агресії проти України, проблема забезпечення ефективності оборонного менеджменту набуває особливої актуальності. Ефективність у цій сфері визначає не лише результативність функціонування військових структур, а й спроможність держави своєчасно реагувати на виклики, раціонально використовувати ресурси, реалізовувати стратегічні цілі оборони та національної безпеки.

Попри наявність окремих досліджень у сфері державного управління, питання формування, змістового наповнення та практичного застосування поняття ефективності в оборонному менеджменті потребує подальшого концептуального осмислення. Відсутність чітко визначених критеріїв ефективності, нерозвиненість системи моніторингу та оцінки результативності рішень, фрагментарність впровадження управлінських інновацій - усе це ускладнює забезпечення цілеспрямованого і відповідального управління в оборонній сфері.

У зв'язку з цим, актуальним є розкриття ключових аспектів поняття ефективності в оборонному менеджменті, вивчення його взаємозв'язку з плануванням, ресурсним забезпеченням, контролем і координацією, а також визначення напрямів підвищення ефективності в умовах реформування сектору безпеки й оборони.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Важливі аспекти функціонування поняття ефективності оборонного менеджменту висвітлюються у працях провідних українських учених у галузі адміністративного права, зокрема: В. Б. Аверянова (у контексті адміністративної реформи), О. Ф. Андрійка (щодо проблем державного контролю), В. В. Цвєткова (стосовно якості та ефективності в державному управлінні), Д. О. Беззубова (щодо питань національної безпеки та вдосконалення діяльності органів виконавчої влади), О. В. Скрипнюка (в аспекті конституційного забезпечення державного управління) та інших дослідників.

Останні наукові розвідки акцентують увагу на необхідності інтеграції сучасних технологій, удосконаленні управлінських процесів, оптимізації використання ресурсів та адаптації до зовнішніх загроз. Підвищення ефективності в цій сфері розглядається як один із ключових чинників забезпечення стабільності та національної безпеки держави.

Мета роботи. Дослідити особливості, складових елементів та механізмів забезпечення ефективності оборонного менеджменту на сучасному етапі державотворення. Визначити чинники, які впливають на ефективність управлінських рішень у сфері національної безпеки і оборони.

Виклад основного матеріалу. З історичної точки зору, оборонний менеджмент - відносно нове явище, що почало формуватись як окремий напрям управління лише у другій половині XX століття. Протягом останніх п'яти десятиліть деякі західні країни стали впроваджувати цей підхід для вирішення таких завдань, як: виділення фінансових чи людських ресурсів; вирішення стратегічних та оперативних проблем; застосування бізнес - інструментів для управління в оборонному секторі.

Цей інтегрований підхід передбачає не тільки формальні управлінські рішення, а й високу управлінську компетентність на всіх рівнях - стратегічному, оперативному, тактичному. Одним з перевірених способів підвищення ефективності стало застосування класичних менеджерських функцій: планування, організації, керівництва та контролю. Їх впровадження в оборонну сферу дозволяє досягти максимальної результативності військових операцій та управлінських процесів.

Україна запроваджує національну систему стійкості для забезпечення високого рівня готовності суспільства і держави до реагування на широкий спектр загроз, що передбачає: оцінку ризиків, своєчасну ідентифікацію загроз і визначення вразливостей; ефективне стратегічне планування і кризовий менеджмент, зокрема впровадження універсальних протоколів реагування на кризові ситуації та відновлення з урахуванням рекомендацій НАТО; дієву координацію та чітку взаємодію органів сектору безпеки і оборони, інших державних органів, територіальних громад, бізнесу, громадянського суспільства і населення у запобіганні й реагуванні на загрози та подоланні наслідків надзвичайних ситуацій; поширення необхідних знань і навичок у цій сфері; налагодження та підтримання надійних каналів комунікації державних органів із населенням на всій території України [1].

Таким чином, оборонний менеджмент - це не лише організація діяльності Збройних Сил, а й постійне вдосконалення механізмів управління, що є фундаментальним фактором ефективності системи національної безпеки.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Саме ефективність управління дозволяє забезпечити боєготовність військ, гнучкість реагування на загрози та стабільність функціонування оборонної системи у кризових умовах.

Ефективність оборонного менеджменту є одним із основних критеріїв, що визначають успішність функціонування будь-якої організаційної структури, в тому числі й оборонної. Вона охоплює широкий спектр аспектів, від планування, раціонального використання ресурсів до досягнення поставлених цілей та забезпечення національної безпеки. У контексті оборонного менеджменту ефективність є визначальним фактором для забезпечення боєготовності сил, національної безпеки, а також для адекватної відповіді на сучасні загрози.

В оборонному менеджменті, для ефективності використання ресурсів, досягнення необхідних спроможностей та ефективності управління процесами виділяють основні завдання оборонного планування, а саме:

1) визначення цілей та основних завдань реалізації державної політики з питань національної безпеки і оборони у воєнній сфері, сферах оборони і військового будівництва, пріоритетів і напрямів розвитку сил оборони на основі оцінки безпекового середовища, з урахуванням актуальних і потенційних викликів та загроз національній безпеці України у воєнній сфері, демографічних та фінансово-економічних можливостей держави;

2) оцінка здатності сил оборони до виконання завдань з оборони України (огляд спроможностей за функціональними групами спроможностей в Міноборони, Збройних Силах та інших складових сил оборони щодо виконання завдань за імовірними сценаріями виникнення та розвитку кризових ситуацій воєнного характеру на довгострокову перспективу), а також результатів виконання заходів розвитку за попередній період;

3) оцінювання спроможностей в Міноборони, Збройних Силах, а також в інших військових формуваннях, правоохоронних та розвідувальних органах, органах спеціального призначення з правоохоронними функціями, на які відповідно до законів України покладено функції із забезпечення оборони держави (далі - інші складові сил оборони);

4) визначення переліку необхідних спроможностей складових сил оборони, які відповідатимуть потребам сил оборони (вимоги до системи об'єднаного керівництва силами оборони та військового управління у Збройних Силах, структури, чисельності особового складу, кількісних та якісних показників озброєння та військової техніки, інших видів матеріально-технічних засобів, військової інфраструктури, підготовленості особового складу сил оборони) з урахуванням ресурсних можливостей держави;

5) визначення переліку надлишкових спроможностей;

6) формування потреби у ресурсному забезпеченні на розвиток спроможностей складових сил оборони;

7) управління ризиками;

8) розроблення програм і планів досягнення визначених спроможностей;

9) моніторинг і контроль досягнення цілей і завдань та реалізації програм і планів досягнення визначених спроможностей [2].

Завдання оборонного планування спрямовані на досягнення стратегічних цілей як у коротко-, так і в довгостроковій перспективі шляхом

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

комплексного забезпечення ефективності управлінських процесів - нормативно-правового, організаційного, методичного, ресурсного та іншого характеру. Відповідно до підходу французького дослідника Анрі Файоля, викладеного у праці *Administration Industrielle et Générale* (1916), управління такою діяльністю охоплює п'ять ключових функцій: прогнозування - передбачення майбутнього розвитку та формування відповідних дій; планування - розроблення планів; організацію - створення структур і ресурсного підґрунтя; координацію - узгодження заходів; контроль - перевірку виконання й зворотний зв'язок [3].

Станом на сьогодні, з метою підвищення ефективності оборонного менеджменту, в структурі Міністерства оборони України створено Офіс з підтримки змін.

Серед основних завдань Офісу:

- підготовка пропозицій до проектів нормативно-правових актів з питань впровадження змін для вдосконалення процесів оборонного менеджменту в системі Міноборони та планів заходів з їх реалізації;

- надання пропозицій щодо визначення пріоритетів використання/спрямування донорської та технічної допомоги, що надається для впровадження змін;

- методологічна підтримка та залучення партнерів у виконанні заходів, спрямованих на впровадження змін;

- надання пропозицій щодо організації моніторингу результатів імплементації змін тощо.

Офіс з підтримки змін – це команда незалежних експертів, які будуть флагманом у врегулюванні, спрощенні та втіленні пріоритетних реформ у Міністерстві оборони: від розробки законопроектів і інших нормотворчих документів, реалізації проектів державно-приватного партнерства та інвестпроектів до допомоги на всіх ланках підрозділам Міноборони та органам військового управління ЗСУ у формуванні різноманітних технічних завдань для ефективного і оперативного втілення поставлених завдань. В тому числі – й через публічні заходи з обговорення ініціатив і максимального залучення фахового середовища [4].

Вказана структура виконує роль операційного центру реформ, що забезпечує гнучкість, відкритість і динаміку впровадження іновацій. Така інституційна підтримка критично важлива для підвищення ефективності оборонного управління в умовах реформ і війни.

На основі викладеного, можна виокремити п'ять основних чинників**,** які безпосередньо впливають на ефективність оборонного менеджменту [5]:

1. Стратегічне планування: Розробка ефективних стратегій для забезпечення національної безпеки та реагування на потенційні загрози. Оборонний менеджмент неможливий без чітко визначених стратегічних цілей і планів. Вони повинні бути адаптовані до змінних умов зовнішнього середовища та внутрішніх викликів, зокрема військових загроз, економічної ситуації та політичних факторів.

Стратегічне планування є ключовим чинником ефективного менеджменту в сфері національної безпеки. Планування визначає довгострокові пріоритети

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

та напрями діяльності оборонних структур, забезпечує узгодженість дій різних підрозділів і сприяє оптимальному використанню ресурсів. В умовах змінного зовнішнього середовища та внутрішніх викликів, таких як військові загрози, економічна нестабільність і політична невизначеність, стратегічне планування дозволяє здійснювати проактивне управління, підвищуючи готовність держави до воєнних загроз [6].

На сьогодні існує певна база стратегічних документів і планів реагування на потенційні загрози. Проте вони характеризуються обмеженою гнучкістю та недостатньою інтеграцією з оперативним управлінням. Фрагментарність стратегій окремих підрозділів та відсутність системного підходу до оцінки ризиків ускладнюють своєчасне виявлення загроз і формування скоординованих дій на національному рівні.

Для підвищення ефективності стратегічного планування в оборонному менеджменті доцільно впровадити систему динамічного планування з регулярним переглядом і корекцією стратегій відповідно до поточних умов.

Доцільно створити єдину інформаційно-аналітичну платформи, яка дозволить здійснити підвищення комунікації між підрозділами та узгодження стратегічних цілей на всіх рівнях управління та сприятиме підвищенню координації і ефективності оборонного менеджменту.

Таким чином, стратегічне планування виступає фундаментом оборонного менеджменту, а його вдосконалення сприятиме забезпеченню національної безпеки.

2. Оптимізація ресурсів: Використання обмежених фінансових і людських ресурсів максимально ефективно, щоб забезпечити потрібний рівень готовності та можливостей для реагування на загрози. Уряд та оборонні структури мають обмежені ресурси, тому правильний розподіл і раціональне використання фінансів, техніки, персоналу є важливими складовими забезпечення ефективності. Це включає в себе не тільки фінансові витрати, а й використання людського капіталу та матеріальних засобів.

Оптимальне використання фінансових, матеріальних та людських ресурсів є ключовим фактором підвищення ефективності оборонного менеджменту. В умовах обмеженого фінансування та дефіциту кваліфікованого персоналу державним та оборонним структурам дуже складно забезпечувати необхідний рівень готовності до реагування на загрози. Раціональний розподіл ресурсів дозволяє забезпечити оперативну готовність, підтримати життєздатність системи в кризових умовах.

На сучасному етапі державотворення ресурсне забезпечення оборонних структур характеризується певними обмеженнями. Використання ресурсів часто орієнтоване на короткострокові потреби, що ускладнює стратегічне планування та прогнозування. Контроль та моніторинг витрат реалізовані частково, що не завжди забезпечує прозорість та оптимальне використання фінансів, техніки та людського капіталу [7].

Серед основних проблем слід виділити: неефективний розподіл ресурсів між підрозділами, що призводить до нерівномірного забезпечення та зниження загальної оперативної готовності; недостатнє використання людського потенціалу, пов'язане з відсутністю системи оцінки компетенцій та планування

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

професійного розвитку персоналу; обмежене застосування аналітики та прогнозування ресурсних потреб знижує здатність оперативно реагувати на зміни у зовнішньому середовищі та нові загрози.

Для підвищення ефективності ресурсного менеджменту в оборонній сфері доцільно реалізувати такі заходи: впровадження сучасних систем ресурсного планування, що дозволяють моніторити використання фінансових, матеріальних та людських ресурсів у режимі реального часу; оптимізація кадрового потенціалу через оцінку компетенцій, планування підготовки та професійного розвитку персоналу; раціоналізація фінансових витрат та контроль ефективності використання ресурсів; інтеграція ресурсного та стратегічного планування, що забезпечує узгодженість розподілу ресурсів із довгостроковими цілями оборонного менеджменту.

Таким чином, ефективна оптимізація ресурсів у оборонному менеджменті сприятиме підвищенню оперативної готовності, забезпечить раціональне використання фінансового та людського капіталу, а також підвищить стійкість системи до сучасних загроз, що є критично важливим для забезпечення національної безпеки.

3. Інноваційність та технології: Впровадження новітніх технологій у військову та оборонну сферу для покращення ефективності й оперативності дій. Оборонний сектор є одним із тих, де технологічні досягнення відіграють вирішальну роль у підвищенні ефективності. Впровадження сучасних військових технологій дозволяє значно підвищити готовність військ і зменшити людські втрати. Це також включає в себе розробку нових типів зброї, систем безпеки, розвідки та комунікацій.

Впровадження сучасних технологій є ключовим чинником підвищення ефективності та оперативності оборонного сектору. Використання новітніх військових розробок, систем безпеки, розвідки та комунікацій дозволяє підвищити готовність підрозділів, оптимізувати використання ресурсів та зменшити людські втрати.

Нині спостерігається поступове впровадження технологічних рішень, проте їх інтеграція часто обмежена через фінансові та організаційні бар'єри. Основними проблемами є низька швидкість оновлення технологій, фрагментарність впровадження та недостатня підготовка персоналу до використання нових систем [8].

Для підвищення ефективності рекомендується: системна інтеграція новітніх технологій у стратегічне та оперативне планування; регулярне оновлення технічної бази та модернізація обладнання; підготовка персоналу до використання сучасних систем; впровадження аналітичних платформ для оптимального застосування технологій у реальному часі.

Таким чином, технологічна інноваційність забезпечує підвищення оперативної готовності та ефективності оборонного менеджменту, сприяючи зменшенню ризиків та втрат.

4. Система управління та координація: Забезпечення взаємодії між різними підрозділами, урядовими та військовими структурами, щоб уникнути дублювання зусиль та підвищити ефективність. Взаємодія різних структур у сфері оборони має величезне значення. Ефективний менеджмент передбачає

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

чітку координацію між різними гілками влади, військовими підрозділами, а також з міжнародними союзниками.

Ефективна система управління та координації забезпечує взаємодію між різними підрозділами, урядовими та військовими структурами, що дозволяє уникнути дублювання зусиль і підвищити загальну ефективність оборонного сектору. Чітка координація сприяє узгодженню стратегічних та оперативних рішень, оптимальному використанню ресурсів та взаємодії з міжнародними партнерами.

На сьогодні координація між структурами часто ускладнена через розпорошеність функцій, недостатню інтеграцію інформаційних систем і відсутність єдиних протоколів взаємодії [9].

Рекомендовані заходи включають: створення централізованих механізмів управління та обміну інформацією; стандартизацію процедур взаємодії між підрозділами; інтеграцію управлінських систем з міжнародними союзниками; регулярні навчання та тренінги для підвищення оперативної взаємодії.

Таким чином, ефективна координація дозволяє підвищити оперативну готовність, мінімізувати витрати ресурсів і забезпечити скоординовану реакцію на загрози на національному та міжнародному рівнях.

5. Аналіз результатів та коригування планів: Оцінка досягнутих результатів, адаптація та вдосконалення стратегій відповідно до змін у міжнародній ситуації або внутрішніх умовах. Після виконання оборонних заходів необхідно здійснювати постійний моніторинг результатів та коригувати плани відповідно до змін обстановки. Це дає можливість адаптувати стратегії й тактики на майбутнє для досягнення максимальних результатів.

Систематичний аналіз результатів оборонної діяльності та коригування стратегій є ключовим чинником ефективного менеджменту. Постійний моніторинг досягнутих показників дозволяє оцінювати ефективність виконаних заходів, виявляти недоліки та адаптувати плани відповідно до змін у міжнародній ситуації або внутрішніх умовах.

На практиці частота та системність аналізу часто недостатні, що ускладнює своєчасне внесення коректив та знижує гнучкість оборонних структур. Проблеми також виникають через фрагментарність даних та відсутність єдиних методик оцінки ефективності [10].

Для підвищення ефективності рекомендується: впровадження регулярного моніторингу та оцінки результатів діяльності; розробка стандартизованих показників ефективності для різних підрозділів; інтеграція аналітичних даних у процес стратегічного та оперативного планування; проведення навчань та симуляцій для перевірки адаптивності планів.

Таким чином, в умовах глобалізації та постійних змін на міжнародній арені ефективність оборонного менеджменту набуває особливої значущості. Успіх у забезпеченні безпеки безпосередньо залежить від того, наскільки швидко й ефективно країна може мобілізувати свої ресурси, реагувати на загрози та забезпечувати стабільність.

Більш того, ефективність оборонного менеджменту відображається не лише у військових досягненнях, а й у здатності держави зберігати мир та стабільність на своїй території, взаємодіяти з міжнародними партнерами і долати внутрішні виклики, такі як тероризм або економічні кризи.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Висновки та пропозиції. Ефективність в оборонному менеджменті є важливою складовою для забезпечення національної безпеки та стабільності нашої держави. Вона передбачає ефективне використання ресурсів, своєчасну адаптацію до нових загроз і високий рівень організаційної та операційної готовності. Досягнення високої ефективності можливе лише через інтеграцію інноваційних технологій, навчання персоналу, економічну раціональність і міжнародну співпрацю.

Кінцевою метою оцінювання ефективності управління оборонними ресурсами є підвищення ефективності планування та ефективності використання ресурсів шляхом виявлення слабких місць у системі управління та здійснення заходів для їх усунення, також це допомагає зменшити небезпеку втрат та збільшити ефективність дій в галузі національної безпеки. Отже, дослідження питань оцінювання ефективності управління оборонними ресурсами та визначення показників та критеріїв оцінювання ефективності управління оборонними ресурсами є надзвичайно актуальним та важливим для забезпечення національної безпеки, економічної стійкості країни та визначення оптимальних стратегій управління оборонними ресурсами, а також забезпечення транспарентності дій уряду та підвищення ефективності використання ресурсів.

Узагальнюючи розглянуті чинники оборонного менеджменту, можна констатувати, що підвищення ефективності системи потребує комплексного підходу, який поєднує стратегічне планування, оптимізацію ресурсів, впровадження сучасних технологій, ефективну координацію та систематичний аналіз результатів. Рекомендується інтегрувати ресурсне та стратегічне планування, забезпечити централізовану координацію між підрозділами та партнерами, впроваджувати сучасні технології та аналітичні інструменти для моніторингу діяльності, а також регулярно оцінювати результати та коригувати плани відповідно до змін обстановки. Такий комплексний підхід сприятиме підвищенню оперативної готовності, ефективності використання ресурсів і стійкості оборонного сектору до сучасних загроз.

Список використаних джерел:

[1] Президент України. (2020 14 вересня). Про Стратегію національної безпеки України: Указ №392/2020. https://www.president.gov.ua/documents/3922020-35037;
[2] Міністерство оборони України. (2020, 22 грудня). Про затвердження Порядку організації та здійснення оборонного планування в Міністерстві оборони України, Збройних Силах України та інших складових сил оборони: Наказ №484. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0196-21#Text;
[3] Fayol, H. (1949). General and industrial management (C. Storrs, Trans.). London: Pitman.
[4] Кабінет Міністрів України. (2024, 4 квітня). Мінооборони продовжує вдосконалювати оборонний менеджмент: У системі Міністерства оборони України створено Офіс з підтримки змін. https://www.kmu.gov.ua/news/minoborony-prodovzhuie-vdoskonaliuvaty-oboronnyi-menedzhment-u-systemi-minoborony-ukrainy-stvoreno-ofis-z-pidtrymky-zmin;
[5] Пархоменко, О. І., Шевченко, С. А. (2023). Рекомендації щодо удосконалення системи управління оборонними ресурсами та оборонного менеджменту України з урахуванням досвіду іноземних країн. *Social Development and Security*, *13*(2), 112–123. https://www.researchgate.net/publication/372268958;

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[6] Слободяник, С., Онофрійчук, О. (2023). Аналіз сучасного стану оборонного планування в Україні та основні проблеми його подальшого розвитку. *Соціальний розвиток і безпека*, 13(2), 17–28. https://doi.org/10.33445/sds.2023.13.2.17;
[7] Дьяков, С., Матюшенко, Д., Обозненко, Є. (2024). Методологічні принципи оцінки ефективності планування оборонних ресурсів Збройних Сил України за допомогою узагальненої функції бажаності Харрінгтона. *Соціальний розвиток і безпека*, 14(1), 14–25. https://doi.org/10.33445/sds.2024.14.1.14;
[8] Молчанов, І. В., Шабранська, Н. І. (2024). Оборонно-промисловий комплекс: науково-технічні тенденції. *Український інститут науково-технічної експертизи та інформації*. https://www.uintei.kiev.ua/en/page/defense-industrial-complex-scientific-and-technological-trends;
[9] Олещенко, О., & Блінов, Ю. (2020). Шляхи вдосконалення механізму оборонного планування в Міністерстві оборони України. *Журнал політичних наук та безпекових досліджень*, 2(1), 42–55. https://doi.org/10.5281/zenodo.4658015;
[10] Бондар, К. (2025). Як Україна перебудувала свою систему військових закупівель на основі комерційних технологій. *Центр стратегічних і міжнародних досліджень (CSIS)*. https://www.csis.org/analysis/how-ukraine-rebuilt-its-military-acquisition-system-around-commercial-technology.

THE CONCEPT OF EFFICIENCY IN DEFENSE MANAGEMENT

Dmytro Turchyn
Adjunct, major of justice, Senior Legal Advisor, Legal Support Department
National Defense University of Ukraine, Ukraine

Summary. *The article examines the essence of the concept of efficiency in defense management and its key importance for the national security system. The main factors influencing the effectiveness of management decisions in this area are analyzed, in particular, the effectiveness of planning, the rational use of defense resources, and the systematic assessment of the results achieved. It is shown that the effectiveness of defense management is a critical indicator not only of the quality of decisions made, but also of the state's overall ability to respond to modern challenges and threats. It is concluded that improving the effectiveness of management processes in the defense sector is a necessary condition for strengthening national security in a dynamic security environment.*

Keywords: *defense administration, defense management, national security, efficiency, quality, public administration, resources, system.*

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ISSN 2710–3056

ARTICLE

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.041

РОЛЬ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПЕРЕВАГИ НА ПОЛІ БОЮ

Козін Дмитро Вячеславович
головний спеціаліст
Український науково-дослідний інститут спеціальної техніки та судових експертиз Служби безпеки України, Україна

Анотація. *У статті детально проаналізовано роль радіоелектронної боротьби (РЕБ) як ключового чинника досягнення інформаційної переваги в сучасних військових операціях. В умовах динамічних змін на полі бою XXI століття, де інформація стала стратегічним ресурсом, здатність контролювати електромагнітний спектр набуває визначального значення. Розглянуто історичний розвиток РЕБ, починаючи з Першої світової війни, коли зародилися перші спроби використання радіозв'язку для військових цілей, та продовжуючи періодом Другої світової війни, коли радіоелектронна боротьба набула стратегічного значення завдяки впровадженню таких технологій, як «радіотиша» та пасивні завади. У повоєнний період та час Холодної війни РЕБ перетворилася на самостійну доктрину, що активно розвивалася разом із технологічним прогресом і цифровізацією.*

У сучасних бойових умовах РЕБ виконує широкий спектр функцій – від перешкоджання роботі ворожих систем управління, зв'язку, навігації до захисту власних засобів та створення умов для прихованих операцій. У статті наведено класифікацію сучасних РЕБ-систем, які включають радіоелектронну розвідку, активне придушення, радіоелектронний захист, глушіння GPS, боротьбу з безпілотними літальними апаратами та кіберефекти. Зазначено, що ефективне використання цих систем дає змогу знищувати або дезорганізовувати інформаційний ланцюг противника, суттєво підвищуючи шанси на успіх операції без прямих зіткнень.

Окремий розділ статті присвячено аналізу досвіду провідних світових армій. Сполучені Штати Америки мають одну з найпотужніших систем РЕБ, які інтегруються в багатодоменні операції, зокрема за допомогою літаків EA-18G Growler та мобільних систем CREW для боротьби з вибуховими пристроями. Китай зосереджується на розбудові комплексної системи, яка включає активне глушіння, інформаційну розвідку та кібервплив, особливо в регіонах Південно-Китайського моря. Ізраїль застосовує точкові та ефективні рішення у боротьбі з безпілотниками та ракетними загрозами, розвиваючи системи типу Drone Dome та SkyShield. Європейські країни НАТО, такі як Великобританія, Німеччина та Франція, адаптують технології РЕБ для захисту власної інфраструктури, а також підтримують мультинаціональні операції. Окремо зазначається роль Центральноєвропейських країн у модернізації та інтеграції сучасних систем РЕБ.

Український контекст описує активний розвиток і впровадження РЕБ у збройних силах, спираючись як на власні розробки, так і на іноземні технології, які надходять у рамках військової підтримки. Війна з Росією стала каталізатором для стрімкого зростання значення радіоелектронної боротьби, що включає придушення ворожих БПЛА,

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

створення інформаційної «порожнечі», захист від радіозасобів супротивника та інтеграцію РЕБ у тактичні операції. Наголошено на важливості підготовки кваліфікованих фахівців, які можуть працювати із складними системами, оцінювати оперативну обстановку та приймати виважені рішення.
Автор підкреслює, що РЕБ є не лише технічним інструментом «глушіння» сигналів, а комплексною системою, що поєднує стратегічний та тактичний вплив, включаючи маскування, дезінформацію, кібервтручання та автоматизоване управління. Зростаюча складність протидії у вигляді дронів із захищеними каналами зв'язку та елементами штучного інтелекту вимагає постійного розвитку інноваційних рішень, досліджень і міжвідомчої співпраці. Особлива увага приділяється інтеграції РЕБ із кіберпростором, що формує новий напрямок – кібер-РЕБ, де поєднуються радіоелектронний вплив із хакерськими атаками на програмні комплекси.
Загалом, стаття акцентує, що ефективність радіоелектронної боротьби залежить від поєднання сучасних технологій, кваліфікованого персоналу та продуманої координації з іншими військовими сферами. РЕБ є критичним чинником, що визначає здатність армії не лише до захисту, а й до активного контролю над інформаційним простором, що впливає на загальний результат бойових дій. Для України розвиток власної школи РЕБ – це питання національної безпеки, збереження суверенітету та забезпечення технологічного майбутнього в умовах глобальних викликів.
Ключові слова: *радіоелектронна боротьба (РЕБ), інформаційна перевага, військові технології, електромагнітний спектр, безпілотники, кібербезпека, засоби РЕП, РЕР, РЕЗ, системи подавлення, стратегія, сучасна війна.*

У сучасних умовах ведення бойових дій інформаційна перевага стала одним із ключових чинників успішності армії. Здобуття, збереження та захист інформації, а також ускладнення доступу до неї для противника перетворилися на фундаментальну передумову досягнення оперативної й стратегічної переваги. Важливу роль у цьому відіграє радіоелектронна боротьба (РЕБ) – комплекс заходів, спрямованих на ураження або захист систем управління, зв'язку, навігації, розвідки та виявлення за допомогою впливу на електромагнітне поле.

Історично розвиток РЕБ розпочався ще під час Першої світової війни, коли радіозв'язок став важливим елементом бойових дій. У роки Другої світової війни РЕБ набула стратегічного значення, особливо у боротьбі з радіолокаційними станціями противника, створенні «радіотиші», імітації сигналів та перехоплення комунікацій. Хрестоматійним прикладом стало британське використання пасивних завад (тонких алюмінієвих стрічок – «Window») для введення в оману німецьких радарів під час бомбардувань. У період Холодної війни радіоелектронна боротьба еволюціонувала в цілісну доктрину, а з появою цифрових технологій, GPS-навігації, БПЛА та мережоцентричної війни вона стала центральною складовою сучасного бою [8].

На полі бою XXI століття РЕБ виконує стратегічні завдання – від перешкоджання роботі засобів управління та зв'язку до дезорієнтації ворожих систем наведення і зниження ефективності розвідки противника. Успішна реалізація радіоелектронної боротьби дозволяє не лише «засліпити» супротивника, а й приховати власні дії, забезпечивши непомітне пересування сил, точну координацію ударів, безпечну роботу власних БПЛА та артилерії [3].

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

У сучасній системі воєнно-стратегічного мислення традиційне уявлення про війну як виключно збройне протистояння відходить на другий план. Глобалізація, інформаційна революція, стрімкий розвиток цифрових технологій та телекомунікацій зумовили трансформацію концепту сучасного поля бою. Сьогодні вирішальною є не лише вогнева міць армії, але й її здатність володіти, захищати та контролювати інформаційний простір. У цьому контексті радіоелектронна боротьба (РЕБ) виступає як один із ключових факторів забезпечення інформаційної переваги – критичного ресурсу, що має вирішальний вплив на успіх бойових дій, управління військами, ефективність засобів вогневого ураження, точність навігації, швидкість передачі команд та стійкість зв'язку [7].

РЕБ – це не просто набір технічних засобів для «глушіння сигналу». Це складна система стратегічного та тактичного впливу, яка охоплює низку підсистем: радіоелектронну розвідку (РЕР), активне радіоелектронне подавлення (РЕП), радіоелектронний захист (РЕЗ), маскування, дезінформацію, створення електромагнітних пасток, використання спрямованої енергії, тощо. Завдяки цим засобам сучасні армії можуть забезпечити власне панування в ефірі, зруйнувати інформаційний ланцюг ворога, дезорганізувати його командування і таким чином досягнути переваги без прямого зіткнення [1].

Таблиця 1

Класифікація сучасних систем радіоелектронної боротьби

Тип системи	Основне призначення	Приклади систем	Тип носія
РЕР (розвідка)	Виявлення, перехоплення та аналіз радіосигналів	«Красуха-4», AN/ALR	Наземні, повітряні
РЕП (придушення)	Створення активних/пасивних перешкод, дезорганізація	«Борисоглебськ-2», «Sirius»	Наземні, авіаційні
РЕЗ (захист)	Протидія ворожому РЕП, збереження власного зв’язку	«Президент-С», AN/ALQ-214	Літаки, вертольоти
GPS-глушіння	Придушення супутникової навігації	«Поле-21», NAVWAR	Наземні, мобільні
Анти-БПЛА РЕБ	Виведення з ладу каналів управління ворожих дронів	«Анклав», DroneDefender	Портативні, стаціонарні
Кіберефект РЕБ	Перехоплення даних, злом, введення хибної інформації	Тактичні кібермодулі	Суміжно з кібервійною

Особливість сучасного поля бою полягає в тому, що всі дії – від розвідки до нанесення удару – координуються й залежать від передачі інформації. Радіозв’язок, супутникова навігація, інтернет-канали, мобільні мережі, Wi-Fi, лазерні або мікрохвильові системи – усі вони стають цілями та інструментами РЕБ. Той, хто першим «перехопить ефір», здатен керувати простором, бачити більше, чути далі та діяти точніше. Навіть найсучасніший дрон, ракета чи артилерійська система втрачає ефективність без стабільного зв’язку або навігації. Таким чином, ефективне застосування РЕБ може буквально «осліпити», «оглушити» й «паралізувати» супротивника [4].

Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

На практиці це означає блокування GPS/GLONASS сигналів, створення перешкод для управління БПЛА, придушення радарів, перехоплення радіо та мобільного зв'язку, впровадження хибних цілей, нав'язування помилкових маршрутів дронів чи ракет, а також захист власного ефіру від подібних дій. Наприклад, при активному використанні РЕБ можна спричинити ситуацію, коли ворожий дрон втрачає зв'язок з оператором, вмикає автоповернення – і замість удару по цілях фактично повертає вибухівку на ворожу позицію.

Іноземний досвід у цій сфері засвідчує, що РЕБ не лише підвищує ефективність військових операцій, а й забезпечує значну економію ресурсів шляхом унеможливлення або ускладнення дій супротивника ще до початку вогневого контакту [2].

Сполучені Штати Америки мають одну з найрозвиненіших систем радіоелектронної боротьби у світі. Вона охоплює як мобільні, так і стаціонарні засоби, наземні, повітряні, морські й космічні компоненти. Американські збройні сили активно інтегрують РЕБ у концепцію багатодоменної операції (Joint All-Domain Operations), що передбачає тісну координацію дій на суші, в повітрі, на морі, в кіберпросторі та електромагнітному спектрі. Зокрема, літак EA-18G Growler, оснащений системами AN/ALQ-99 і новітньою AN/ALQ-249, використовується для виявлення, придушення й знищення ворожих систем ППО, радарів, засобів зв'язку. У збройних конфліктах в Іраку та Афганістані США ефективно використовували системи CREW (Counter RCIED Electronic Warfare) для нейтралізації саморобних вибухових пристроїв, дистанційно активованих через радіосигнали. Крім того, американська армія впроваджує програму EWPMT (Electronic Warfare Planning and Management Tool), яка дозволяє оперативно планувати, управляти та синхронізувати дії РЕБ-засобів у режимі реального часу [2].

Китай, розглядаючи інформаційне протистояння як ключовий компонент майбутніх воєн, активно розвиває власні системи РЕБ. Народно-визвольна армія Китаю (НОАК) впроваджує комплексний підхід до електронної боротьби, що включає в себе не тільки глушіння радіозв'язку чи GPS, а й протидію ворожим РЕБ-засобам, ведення інформаційної розвідки та електронного впливу в кіберпросторі. Китай розгортає сучасні системи РЕБ на своїх військових кораблях, у районах Південно-Китайського моря, а також у безпосередній близькості до Тайваню. Зокрема, застосовуються комплекси типу Type 305B, які можуть створювати перешкоди в широкому діапазоні частот, придушуючи системи навігації, керування дронами та супутниковий зв'язок. Інша система, Type 318, призначена для перехоплення та аналізу сигналів радіолокаційних станцій противника. Китай також робить значні інвестиції у створення платформ РЕБ повітряного базування, що здатні діяти на великих відстанях та одночасно впливати на десятки цілей [8].

Ізраїль, з огляду на свою геополітичну ситуацію, надає великого значення точковому застосуванню РЕБ в умовах асиметричної війни. Його армія оборони (ЦАХАЛ) використовує РЕБ для виявлення, нейтралізації та знищення загроз із боку недержавних воєнізованих формувань, зокрема «Хезболли» та ХАМАС. Система Drone Dome є яскравим прикладом сучасного підходу до боротьби з безпілотниками – вона дозволяє виявляти, класифікувати, перехоплювати

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

сигнали управління дронами й застосовувати засоби радіочастотного глушіння або кінетичні методи знищення. Також Ізраїль розробив систему SkyShield, що забезпечує захист літаків і вертольотів від ракет із інфрачервоною або радіолокаційною головкою самонаведення. РЕБ-системи активно інтегруються у всі види та роди військ, а також у цивільну інфраструктуру у разі необхідності її залучення до оборони [2].

Європейські країни НАТО також мають значний досвід застосування РЕБ у багатонаціональних операціях і навчаннях. Велика Британія використовує систему Sky Sabre, яка поєднує протиповітряне прикриття з засобами електронної протидії. Вона дозволяє ефективно протидіяти як ракетним загрозам, так і ворожим радіоелектронним системам. Німеччина розробила комплекс HPEM SkyWolf, призначений для нейтралізації безпілотників за допомогою мікрохвильової імпульсної дії, а також мобільні платформи для тактичного РЕБ, що діють на базі бронетехніки. Франція використовує систему SPECTRA на винищувачах Rafale, яка включає в себе елементи пасивної та активної радіоелектронної боротьби – перехоплення сигналів, постановку перешкод, створення хибних цілей [6].

Низка країн у Центральній Європі – Польща, Чехія, Румунія – також адаптують свої армії до сучасних викликів, модернізуючи наявні засоби РЕБ або закуповуючи іноземні технології. Польща, наприклад, приділяє особливу увагу створенню систем, здатних ефективно нейтралізовувати дрони та завадити їх використанню поблизу критичної інфраструктури та військових об'єктів. У багатьох країнах НАТО РЕБ інтегрується з кіберзахистом, а системи управління працюють на основі штучного інтелекту, здатного миттєво оцінювати загрози та автоматично реагувати на зміну ситуації [2].

Україна, зважаючи на сучасний досвід ведення війни, активно переймає найкращі іноземні практики. У Збройних силах України зростає роль спеціалістів з РЕБ, які не тільки отримують сучасне обладнання (зокрема, від США, Німеччини, Польщі), але й проходять навчання за кордоном. Українські підрозділи ефективно використовують іноземні системи для придушення ворожих БПЛА, перешкоджання розвідці, створення інформаційної «порожнечі» у зонах бойових дій. Особливо цінним є досвід інтеграції РЕБ у спільні операції з артилерією, піхотою, дронами та засобами радіоелектронної розвідки [3].

У війні Росії проти України РЕБ проявила себе як один із ключових інструментів сучасного гібридного протистояння. З початку повномасштабного вторгнення РФ масово використовує комплекси РЕБ, зокрема «Красуха-4», «Леєр-3», «Житель», «Мурманськ-БН», які створюють потужні перешкоди для радіозв'язку, виявляють і блокують роботу супутникової навігації, заважають роботі безпілотників. У відповідь Україна також розгорнула мережу як власних, так і західних систем РЕБ: «Буковель-AD», «Пластун-РП», «Кольчуга-М», польські та американські переносні засоби блокування дронів, інтегровані системи з БПЛА типу RAM II та новітні антидронові рушниці. Слід зазначити, що українські інженери й військові розробили і серійно впроваджують унікальні вітчизняні рішення, які враховують реальні бойові умови [7].

Крім стратегічного подавлення, РЕБ відіграє вирішальну роль і в тактичних діях. Наприклад, перед артилерійським ударом може проводитися

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

короткочасне «заглушення» усіх ворожих каналів зв'язку в радіусі десятків кілометрів, що фактично позбавляє ворога можливості реагувати або коригувати вогонь. Аналогічно, перед наступом піхоти застосовується РЕБ для приглушення сигналів БПЛА розвідки супротивника, що дозволяє наблизитися без виявлення. Під час захисту об'єктів інфраструктури – РЕБ створює «купол» без навігації для дронів-камікадзе, що знижує вірогідність ураження [8].

Однак РЕБ – це не лише засіб ураження, а й засіб захисту. Захищені канали зв'язку, частотне маскування, перехід на резервні лінії, багатоканальна структура передачі даних – усе це забезпечується в рамках РЕЗ. Сучасні комплекси передбачають також автоматичне виявлення джерел перешкод і адаптивну зміну параметрів передачі, що дозволяє мінімізувати ризик втрати керування у критичний момент [6].

Разом із тим важливо підкреслити, що ефективність РЕБ значною мірою залежить від людського фактора – від рівня підготовки операторів, аналітиків, інженерів та командирів, які здатні вчасно й адекватно оцінити ситуацію, прийняти рішення, вибрати відповідну тактику. Сучасна підготовка фахівців у сфері РЕБ має включати не лише технічне навчання, а й елементи тактики, стратегічного мислення, міждисциплінарної взаємодії з підрозділами розвідки, артилерії, ППО, кібербезпеки.

Ще одним викликом є постійна еволюція загроз. Наприклад, новітні дрони оснащуються технологіями анти-РЕБ: використання частот із розширеним спектром (spread spectrum), цифрові протоколи з шифруванням, автоперебудова каналів зв'язку, автономне управління з елементами штучного інтелекту. Тому армії, що прагнуть інформаційної переваги, повинні не просто модернізувати техніку, а створювати власні інноваційні центри РЕБ, впроваджувати нові алгоритми, обмінюватися досвідом і прогнозувати майбутні сценарії електронного протистояння [5].

Ключовим трендом у сфері РЕБ стає інтеграція її з кіберпростором. Формується новий тип «кібер-РЕБ», коли радіоелектронні засоби застосовуються не лише для впливу на фізичний сигнал, а й для проникнення в програмне середовище об'єкта: хакерська атака через Wi-Fi-канал, підміна оновлень програмного забезпечення, створення вразливостей у логіці управління. У такому поєднанні РЕБ стає ще потужнішим інструментом стратегічного тиску та контролю [1].

Таким чином, радіоелектронна боротьба є не просто допоміжною дисципліною сучасної війни, а її ядром. Успішне застосування РЕБ дозволяє перехоплювати ініціативу, знижувати боєздатність ворога, посилювати власний захист і робити армію гнучкішою, швидшою та ефективнішою. Саме здатність контролювати електромагнітний спектр дедалі частіше визначає успіх операції або навіть всієї воєнної кампанії.

Міжнародна практика свідчить, що ефективне застосування РЕБ передбачає не лише наявність сучасного обладнання, але й високий рівень підготовки персоналу, якісну координацію з іншими видами військ і адаптацію до конкретних умов операцій. Використання засобів РЕБ дозволяє досягати стратегічних цілей без прямого бойового зіткнення, зберігаючи життя військовослужбовців та забезпечуючи перевагу в інформаційному полі бою.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Україна, маючи нагальний виклик з боку технологічно розвиненого ворога, змушена максимально інтенсивно розвивати власну школу РЕБ. Це не лише питання оборони – це питання збереження суверенітету, технологічного майбутнього та ролі України у світовому безпековому ландшафті. Інвестиції в науку, освіту, розробки в цій сфері дадуть змогу не лише відбивати атаки, а й випереджати їх.

Список використаних джерел:

[1] Війни інформаційної епохи: міждисциплінарний дискурс: монографія / за ред. В. А. Кротюка. Харків: ФОП Федорко М. Ю., 2021. 558 с.
[2] Корсунов С. І., Левагін Г. А., Коротій В. О. Застосування засобів повітряного нападу провідних країн світу у збройних конфліктах і локальних війнах. Системи обробки інформації. 2016. № 3(140). С. 131–135.
[3] Куртсеітов Т. Л. Аналіз факторів, що впливають на ефективність радіоелектронного подавлення. Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. 2014. № 2. С. 75-79. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/sitsbo_2014_2_14
[4] Кучеренко Ю. Ф., Носик А. М. Погляди щодо напрямів розвитку тактики дій формувань тактичного рівня при їх застосуванні в сучасних операціях (війнах). Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. 2015. № 2(19). С. 24–26.
[5] Кучеренко Ю. Ф., Науменко М. В., Кузнєцова М. Ю. Аналіз досвіду застосування безпілотних літальних апаратів та визначення напрямку їх подальшого розвитку при веденні мережецентричних операцій. Системи озброєння і військова техніка. 2018. № 1(53). С. 25–30.
[6] Нестеренко І. К., Федієнко О. П. Малопомітні радіостанції солдата. Журнал "Wireless Ukraine", 2018, № 22, с. 3–8, № 23, с. 11–17.
[7] Шолудько В. Г., Ольшанський В. В., Пивоварчук С. А., Стойчев М. І., Філіпов В. В. Організація військового зв'язку. К.: Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут, 2023.
[8] Що таке РЕБ: Простими словами про засоби радіоелектронної боротьби. URL: https://drony.org.ua/scho-take-reb

THE ROLE OF ELECTRONIC WARFARE IN PROVIDING INFORMATION ADVANTAGE ON THE BATTLEFIELD

Dmytro Kozin
chief specialist
Ukrainian research institute of special equipment and forensic examinations of the Security Service of Ukraine, Ukraine

Summary. *The article provides a detailed analysis of the role of electronic warfare (EW) as a key factor in achieving information superiority in modern military operations. In the dynamic and rapidly changing battlefield environment of the 21st century, where information has become a strategic resource, the ability to control the electromagnetic spectrum gains decisive importance. The historical development of EW is examined, starting from World War I, when the first attempts were made to use radio communications for military purposes, and continuing through World War II, when electronic warfare acquired strategic significance due to the introduction of technologies such as "radio silence" and passive jamming. In the post-war period and during the Cold War, EW*

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

evolved into an independent doctrine that actively developed alongside technological progress and digitalization.

In contemporary combat conditions, EW performs a wide range of functions – from disrupting enemy command, communication, and navigation systems to protecting one's own assets and creating conditions for covert operations. The article presents a classification of modern EW systems, which include electronic reconnaissance, active jamming, electronic protection, GPS jamming, counter-unmanned aerial systems, and cyber effects. It is noted that effective use of these systems enables the destruction or disruption of the enemy's information chain, significantly increasing the chances of operational success without direct confrontation.

A separate section of the article is devoted to analyzing the experience of leading world armies. The United States possesses one of the most powerful EW systems, integrated into multidomain operations, particularly through aircraft such as the EA-18G Growler and mobile Counter-RCIED Electronic Warfare (CREW) systems for combating explosive devices. China focuses on building a comprehensive system that includes active jamming, information reconnaissance, and cyber influence, especially in the South China Sea region. Israel employs precise and effective solutions against drones and missile threats, developing systems like Drone Dome and SkyShield. NATO European countries such as the United Kingdom, Germany, and France adapt EW technologies to protect their own infrastructure and support multinational operations. Special mention is made of the role of Central European countries in modernizing and integrating advanced EW systems.

The Ukrainian context describes the active development and implementation of EW in the armed forces, relying both on domestic developments and foreign technologies provided as military assistance. The war with Russia has acted as a catalyst for the rapid growth in the importance of electronic warfare, which includes suppressing enemy UAVs, creating information "voids," defending against enemy radio assets, and integrating EW into tactical operations. The article emphasizes the importance of training qualified specialists capable of operating complex systems, assessing the operational environment, and making informed decisions.

The authors underline that EW is not merely a technical tool for "jamming" signals but a complex system combining strategic and tactical effects, including camouflage, disinformation, cyber interventions, and automated control. The increasing complexity of countermeasures, such as drones with protected communication channels and artificial intelligence components, requires continuous development of innovative solutions, research, and interagency cooperation. Special attention is paid to integrating EW with the cyberspace domain, forming a new direction – cyber-electronic warfare – which combines electronic influence with hacker attacks on software systems.

Overall, the article stresses that the effectiveness of electronic warfare depends on the combination of modern technologies, skilled personnel, and well-planned coordination with other military domains. EW is a critical factor that determines the army's capability not only for defense but also for active control of the information environment, affecting the overall outcome of combat operations. For Ukraine, developing its own EW school is a matter of national security, sovereignty preservation, and ensuring a technological future amid global challenges.

Keywords: *electronic warfare (EW), information superiority, military technologies, electromagnetic spectrum, unmanned aerial vehicles (UAVs), cybersecurity, electronic countermeasures (ECM), electronic protective measures (EPM), electronic intelligence (ELINT), jamming systems, strategy, modern warfare.*

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ARTICLE

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.042

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ КУЛЬТУРИ У МАЙБУТНІХ ВІЙСЬКОВИХ ПСИХОЛОГІВ

Олександр Михайлович Гресь
старший науковий співробітник
Український науково-дослідний інститут спеціальної техніки та судових експертиз Служби безпеки України, Україна

Анотація. *У статті проведено комплексний теоретичний аналіз сутності інформаційної культури як ключового компонента професійної підготовки майбутніх військових психологів. У сучасних умовах глобалізації, стрімкого розвитку цифрових технологій, а також загострення інформаційних війн і гібридних конфліктів інформація стає стратегічним ресурсом, що визначає рівень ефективності діяльності військових підрозділів і національної безпеки держави в цілому. Особливої ваги набуває здатність військових психологів якісно опрацьовувати та аналізувати великі обсяги різнорідної інформації, впливати на психоемоційний стан військовослужбовців і протистояти психологічним операціям ворога. Таким чином, формування високого рівня інформаційної культури у майбутніх військових психологів є невід'ємною складовою їх професійної компетентності.*

У статті детально розглядаються структурні компоненти інформаційної культури, які включають когнітивний (знання про інформацію, її види, джерела та методи обробки), практичний (уміння пошуку, оцінки, верифікації та безпечного використання інформації), етико-правовий (дотримання норм професійної етики, конфіденційності, цифрової безпеки) та психологічний аспекти (інформаційний самоконтроль, медіаімунітет, здатність протистояти маніпуляціям і емоційному тиску). Особлива увага приділяється рефлексивному компоненту, що передбачає розвиток здатності до самоаналізу інформаційної поведінки, розпізнавання когнітивних упереджень, критичного осмислення отриманих даних і етичної оцінки власних дій у інформаційному середовищі. Проведено огляд сучасних наукових досліджень, що висвітлюють інформаційну культуру в широкому соціальному і військовому контексті, зокрема акцентовано на недостатньому висвітленні специфіки формування цієї культури у військових психологів. Підкреслено нагальну потребу розробки системного підходу, який об'єднає міждисциплінарні знання з психології, інформатики, права, комунікацій, військової справи та етики для створення цілісної навчальної моделі.

Автор статті акцентує на педагогічних умовах ефективного формування інформаційної культури, серед яких виділено інтеграцію тем, пов'язаних із інформаційною безпекою, критичним мисленням, цифровою гігієною та психологією інформаційного впливу, у навчальні дисципліни військових освітніх закладів. Значну роль відіграють активні методи навчання — кейс-методи, симуляції кризових ситуацій, тренінги протидії дезінформації та маніпуляціям, що формують практичні навички адаптації до динамічних інформаційних викликів.

У статті також підкреслюється значення ролі викладача як моделі цифрової культури і етичної поведінки, що створює позитивний освітній простір і сприяє формуванню

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

відповідального ставлення до інформації у студентів. Розглядається вплив інтерактивних освітніх технологій та міждисциплінарних підходів на підвищення рівня інформаційної компетентності майбутніх військових психологів.
У підсумку наголошується, що системне і послідовне формування інформаційної культури є стратегічною інвестицією у зміцнення морально-психологічної стійкості військовослужбовців, підвищення ефективності військово-психологічної діяльності та забезпечення національної безпеки в умовах сучасних гібридних загроз. Автор вказує на перспективи подальших досліджень, спрямованих на розробку комплексних моделей формування, діагностики та моніторингу рівня інформаційної культури у військовій освіті.
Ключові слова: *інформаційна культура, військовий психолог, інформаційна безпека, медіаграмотність, критичне мислення, педагогічні умови, гібридна війна, професійна підготовка, цифрова етика, психологічна стійкість.*

Постановка проблеми. У сучасному світі інформація стала стратегічним ресурсом, що відіграє вирішальну роль у процесах управління, прийняття рішень, комунікації та забезпечення безпеки. Особливої актуальності ці процеси набувають у військовій сфері, де якість, достовірність та безпечність обробки інформації безпосередньо впливають на ефективність діяльності як окремих військовослужбовців, так і підрозділів у цілому. У цьому контексті інформаційна культура стає невід'ємною складовою професійної підготовки майбутніх військових фахівців, зокрема військових психологів.

Професійна діяльність військового психолога передбачає не лише роботу з особовим складом, діагностування та корекцію психоемоційних станів, але й аналітичну обробку значних обсягів інформації, пов'язаної з морально-психологічною ситуацією у військових підрозділах, впливами інформаційного середовища на психіку військовослужбовців, профілактикою дезінформації та паніки. Військовий психолог повинен не лише орієнтуватися в сучасному інформаційному просторі, а й володіти високим рівнем критичного мислення, здатністю до системного аналізу, цифрової грамотності та емоційної стабільності у стресових умовах інформаційного тиску.

Проте в освітньо-професійних програмах підготовки майбутніх військових психологів інформаційна складова часто не розглядається як системна й необхідна. Це зумовлює потребу у глибшому теоретичному обґрунтуванні сутності інформаційної культури в умовах військово-психологічної підготовки та пошуку ефективних педагогічних умов її формування.

Аналіз досліджень та публікацій. Питання формування інформаційної культури розглядаються у численних працях вітчизняних і зарубіжних учених. Зокрема, Бурий С. В. досліджує поняття інформаційної культури як складної системи знань, умінь і навичок, що забезпечують ефективну діяльність у сучасному інформаційному середовищі [2]. Бондарев Г. В., Круть П. П. акцентує увагу на інформаційній грамотності як ключовій умові професійної успішності, розглядає інформаційну культуру в контексті безпеки, медіаграмотності та цифрової етики [1].

У сфері військової освіти важливими є дослідження Кокун О. М., Агаєв Н. А., Пішко І. О., Лозінська Н. С., Корня Л. В., які аналізують впровадження

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

елементів інформаційної культури в освітній процес військових закладів [5]. Проте питання, що стосуються саме майбутніх військових психологів, залишаються фрагментарно висвітленими. Більшість праць орієнтовані на загальні аспекти інформаційної культури військовослужбовців або офіцерського складу без урахування специфіки психологічної підготовки.

Аналіз сучасного стану досліджень засвідчує, що бракує цілісної системи педагогічних підходів до формування інформаційної культури у майбутніх військових психологів. А отже, постає потреба у розробці теоретичного підґрунтя для її ефективної реалізації в навчальному процесі.

Метою статті є здійснення теоретичного аналізу поняття «інформаційна культура» в контексті підготовки військових психологів, визначення її структурних компонентів та обґрунтування педагогічних умов ефективного формування цієї якості у майбутніх фахівців військової психології.

Виклад основного матеріалу. Інформаційна культура майбутнього військового психолога є складним і багатогранним утворенням, що поєднує в собі сукупність знань, умінь, навичок, цінностей, переконань і установок, які забезпечують ефективне функціонування особистості в умовах сучасного інформаційного середовища, особливо — в умовах військової служби. У контексті гібридних загроз, кібервоєн, масованої інформаційної пропаганди та фейкових кампаній формування високого рівня інформаційної культури в майбутніх військових психологів набуває особливого значення, адже вони працюють із найчутливішим ресурсом — психікою людини, і часто мають справу з критичними ситуаціями, які вимагають швидкого, відповідального, обґрунтованого реагування на потоки інформації, що надходить з різних джерел [1].

У сучасному середовищі, яке характеризується перенасиченням відкритими й закритими інформаційними потоками, а також постійною присутністю прихованих загроз у вигляді фейків, дезінформації, маніпуляцій, психологічних операцій, інформаційних диверсій, майбутній військовий психолог має бути не просто пасивним споживачем інформації, а її уважним аналітиком, критичним інтерпретатором, фільтром, комунікатором і, за потреби, стратегом інформаційного впливу. Він має уміти не лише сприймати й обробляти інформацію, а й передбачати її вплив, усвідомлювати її соціальну, психологічну, етичну цінність чи загрозу [7].

Тому формування інформаційної культури у цьому контексті повинно охоплювати кілька взаємопов'язаних площин. Когнітивна складова — це насамперед знання про види інформації, її властивості, структуру, джерела походження, способи обробки, передавання й зберігання. Важливо, щоб студенти володіли знаннями про інструменти кібербезпеки, медіаграмотність, методи верифікації інформації, а також механізми функціонування інформаційної війни, психологічних операцій (PSYOPS), механізми формування фейків, тролінгу, бот-мереж, деструктивної пропаганди, впливу емоційних наративів.

Практична складова інформаційної культури охоплює здатність ефективно працювати з інформацією: здійснювати її пошук у відкритих та спеціалізованих базах, здійснювати сортування, оцінювання, перевірку на достовірність,

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

безпечність, актуальність і відповідність етичним стандартам. Майбутній військовий психолог повинен уміти користуватися інформаційно-аналітичними системами, цифровими інструментами для обробки даних, спеціалізованим програмним забезпеченням (наприклад, для ведення психологічної документації, створення звітів, обміну конфіденційною інформацією) [3].

Водночас етико-правовий аспект формування інформаційної культури є надзвичайно важливим. Він стосується дотримання правил професійної етики, цифрової етики, норм спілкування, конфіденційності інформації, захисту персональних даних, субординації у військовому спілкуванні, збереження службової таємниці. Особливої ваги набуває вміння поводитися з чутливою психодіагностичною інформацією, даними військовослужбовців, які пройшли бойові дії, зазнали ПТСР або інших психічних травм. Така інформація може бути використана як у лікувальних цілях, так і — у випадку витоку — завдати шкоди особі, підрозділу, чи навіть національній безпеці.

Не менш значущим є і психологічний компонент інформаційної культури, який виявляється у здатності особистості здійснювати інформаційний самоконтроль, критично осмислювати контент, розпізнавати маніпуляції, протистояти емоційному тиску, підтримувати інформаційну стійкість у підлеглих. Цей компонент тісно пов'язаний із розвитком медіаімунітету — здатності не піддаватися інформаційним провокаціям, не втрачати внутрішньої рівноваги під впливом медійних хвиль, а також умінням формувати конструктивну інформаційну поведінку у військовому колективі, допомагати іншим в опануванні шкідливих або травматичних інформаційних вражень [4].

Для ефективного формування вказаних компонентів необхідна системна педагогічна робота. Одним із провідних напрямів є інтеграція інформаційно-культурної тематики у фахові дисципліни. Зокрема, у межах курсів «Військова психологія», «Психологія стресу», «Соціальна психологія», «Психологічна реабілітація», «Інформаційна безпека», «Етика професійної діяльності» доцільно вводити теми, що стосуються інформаційної стійкості, психології інформаційного впливу, критичного мислення, комунікативної безпеки, цифрової гігієни. Це сприятиме не лише засвоєнню знань, а й формуванню усвідомленого ставлення до інформації як до ресурсу, що може бути як корисним, так і небезпечним [6].

Суттєву роль відіграє застосування інтерактивних методів навчання: кейс-методи, симуляції кризових ситуацій, ділові ігри, тренінги з протидії маніпулятивному впливу, практичні заняття з ідентифікації фейкових новин, робота з реальними інформаційними кейсами з бойових операцій або психологічної практики в умовах надзвичайних ситуацій. Це дозволяє формувати реальні навички швидкого реагування, аналізу ситуації, пошуку рішень в умовах невизначеності та психологічного тиску.

Важливою частиною формування інформаційної культури є розвиток рефлексивного мислення студентів. Це включає здатність до самоаналізу власної інформаційної поведінки, усвідомлення упереджень, розпізнавання викривлень у мисленні (когнітивних дисонансів, підтверджувальних упереджень тощо), аналізу власних реакцій на інформаційні подразники. Такі навички можуть розвиватися за допомогою щоденників рефлексії, есеїв,

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

самозвітів, дискусій, групової супервізії, участі в міждисциплінарних форумах, де обговорюються етичні дилеми в роботі психолога в умовах воєнного конфлікту [5].

Міждисциплінарний підхід також заслуговує на окрему увагу. Він дозволяє майбутнім військовим психологам інтегрувати знання з галузей психології, соціології, інформатики, права, філософії, комунікаційних наук, а також військової стратегії. Такий підхід дозволяє виховати всебічно підготовленого фахівця, здатного орієнтуватися в складних ситуаціях, діяти на перетині дисциплін, використовувати інноваційні рішення й при цьому залишатися етичним і відповідальним.

Окремо варто згадати про цифрову безпеку та цифрову гігієну в освітньому процесі. Забезпечення захищеного доступу до інформаційних ресурсів, навчання основам кібербезпеки, обізнаність щодо фішингових атак, програм-шпигунів, шкідливих скриптів — усе це має стати складовою базової підготовки. Студенти повинні володіти навичками захисту особистої та професійної інформації, вміти користуватися засобами шифрування, цифровими підписами, VPN-технологіями тощо. Особистий приклад викладача тут відіграє ключову роль: педагог має бути не просто джерелом знань, а носієм цінностей і культури відповідального поводження з інформацією [2].

Таким чином, формування інформаційної культури майбутнього військового психолога — це не разова освітня акція, а системна, стратегічно зорієнтована діяльність, яка охоплює як теоретичний, так і прикладний, особистісний, рефлексивний і соціальний рівні. Вона повинна реалізовуватися в умовах відкритого освітнього середовища, що поєднує сучасні цифрові технології, педагогічну майстерність, професійну етику та чітке усвідомлення національних безпекових пріоритетів. З огляду на зростаючу роль психологічних операцій у гібридних війнах, саме військовий психолог має стати носієм інформаційної зрілості, агентом інформаційної безпеки та моральним орієнтиром у військовому середовищі.

Висновки та пропозиції. Отже, інформаційна культура є фундаментальною складовою професійної підготовки майбутніх військових психологів. Вона охоплює знання, уміння, навички, цінності та поведінкові установки, які забезпечують ефективну взаємодію з інформаційним середовищем у військових умовах. Її формування має відбуватися системно, через інтеграцію в освітній процес, активне застосування практикоорієнтованих методів навчання, розвиток критичного мислення та рефлексії.

Підготовка інформаційно компетентного військового психолога — це не лише відповідь на виклики інформаційної доби, а й стратегічна інвестиція у підвищення боєздатності армії, морально-психологічної стійкості особового складу та національної безпеки загалом. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на розробку цілісної моделі формування інформаційної культури у військових навчальних закладах, визначення критеріїв її діагностики та оцінки ефективності впроваджених педагогічних технологій.

Список використаних джерел:

[1] Бондарев Г. В., Круть П. П. Основи військової психології : навч. посіб. Харків. нац. ун-т внутр. справ. Харків, 2020. 272 с.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[2] Бурий С. В. Педагогічні умови формування управлінської культури у майбутніх офіцерів у процесі практичної підготовки. Вісник Черкаського університету. Серія "Педагогічні науки". 2018. № 3. С. 29–36.
[3] Зельницький А. М. Концептуальні засади гарантування якості підготовки майбутніх офіцерів Збройних Сил України у вищих військових навчальних закладах. Вісник Черкаського університету. Педагогічні науки. 2017. № 6. С. 71–83.
[4] Інноваційні педагогічні технології та методики в освітньому процесі військових навчальних закладів провідних країн-членів НАТО і України : колективна монографія / за заг. ред. д. пед. н. В. С. Рижиков; Військовий інститут Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Київ : Науково-дослідний центр Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка, 2018. 320 с.
[5] Кокун О. М., Агаєв Н. А., Пішко І. О., Лозінська Н. С., Корня Л. В. Психологічне вивчення особового складу Збройних Сил України : методичний посібник. Київ : ФОП Маслаков, 2019. 288 с.
[6] Мась Н.М. Розвиток творчих здібностей у процесі професійної підготовки майбутніх військових психологів. «Молодий вчений», № 8 (48), серпень, 2017 р. URL: https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/691374
[7] Обґрунтування потреби формування готовності майбутніх військових психологів до вирішення конфліктних ситуацій у професійній діяльності (2021). Збірник наукових праць Національної академії Державної прикордонної служби України. Серія: педагогічні науки, 25(2), 225-235. URL: https://doi.org/10.32453/pedzbirnyk.v25i2.793

THEORETICAL FOUNDATIONS OF THE FORMATION OF INFORMATION CULTURE IN FUTURE MILITARY PSYCHOLOGISTS

Oleksandr Hres
Senior Researcher
Ukrainian Research Institute of Special Equipment and Forensic Examinations of the Security Service of Ukraine, Ukraine

Summary. *This article presents a comprehensive theoretical analysis of the essence of information culture as a key component of the professional training of future military psychologists. In the current context of globalization, rapid development of digital technologies, and the escalation of information wars and hybrid conflicts, information has become a strategic resource that determines the effectiveness of military units and the national security of the state as a whole. The ability of military psychologists to efficiently process and analyze large volumes of heterogeneous information, influence the psycho-emotional state of servicemen, and counteract enemy psychological operations is of particular importance. Thus, the formation of a high level of information culture among future military psychologists is an integral part of their professional competence.*

The article thoroughly examines the structural components of information culture, which include the cognitive component (knowledge about information, its types, sources, and processing methods), the practical component (skills in searching, evaluating, verifying, and safely using information), the ethical-legal component (adherence to professional ethics norms, confidentiality, and digital security), and the psychological aspect (information self-control, media immunity, ability to resist manipulation and emotional pressure). Special attention is given to the reflective component, which involves developing the ability for self-analysis of informational behavior,

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

recognizing cognitive biases, critically interpreting received data, and ethically evaluating one's actions in the informational environment.

A review of current scientific research highlighting information culture in broad social and military contexts is conducted, with emphasis on the insufficient coverage of the specifics of forming this culture among military psychologists. The urgent need to develop a systematic approach combining interdisciplinary knowledge from psychology, informatics, law, communications, military affairs, and ethics to create an integrated educational model is emphasized.

The authors stress pedagogical conditions for the effective formation of information culture, including the integration of topics related to information security, critical thinking, digital hygiene, and the psychology of informational influence into the curricula of military educational institutions. Active learning methods—case studies, crisis simulation exercises, training to counter disinformation and manipulation—play a significant role in developing practical skills to adapt to dynamic informational challenges.

The article also highlights the importance of the teacher's role as a model of digital culture and ethical behavior, which fosters a positive educational environment and promotes responsible attitudes toward information among students. The influence of interactive educational technologies and interdisciplinary approaches on enhancing the level of informational competence among future military psychologists is discussed.

In conclusion, it is emphasized that systematic and consistent formation of information culture is a strategic investment in strengthening the moral and psychological resilience of servicemen, improving the effectiveness of military psychological activities, and ensuring national security amid modern hybrid threats. The authors point to prospects for further research aimed at developing comprehensive models for the formation, diagnosis, and monitoring of information culture levels in military education.

Keywords: *information culture, military psychologist, information security, media literacy, critical thinking, pedagogical conditions, hybrid war, professional training, digital ethics, psychological resilience.*

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ARTICLE

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.043

INFLUENCE OF FERTILIZATION ON YIELD AND SEED QUALITY OF MODERN SUNFLOWER HYBRIDS

SCIENTIFIC RESEARCH GROUP:

Oksana Trembitska
Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor of the Department of Soil Science and Agriculture
Polissia National University, Zhytomyr, Ukraine

Svitlana Stoliar
Head of the Department of Technology in Crop Production,
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
Polissia National University, Zhytomyr, Ukraine

Sergii Verbelchuk
Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor of the Department of Processing Technologies and Quality of Livestock Products
Polissia National University, Zhytomyr, Ukraine

Lilia Bilotserkivska
Teacher
Novochortorii Technological and Economic College, Ukraine

Summary. *The article presents the results of a study on the effect of mineral fertilization on the yield and seed quality of sunflower hybrids Sulianno and Granata. It was established that the application of fertilizers at rates of $N_{90}P_{60}K_{60}$, and especially $N_{120}P_{90}K_{90}$, significantly increased yield (up to 3,60 t/ha) and oil content in seeds (up to 55%). The Sulianno hybrid demonstrated higher performance compared to Granata under all fertilization treatments. The obtained results suggest that full mineral fertilization can be recommended as an effective agronomic practice to improve both productivity and seed quality of sunflower under the conditions of the Polissya zone of Ukraine.*
Keywords: *sunflower, mineral fertilization, yield, oil content, hybrids, Sulianno, Granata.*

Statement of the problem. In the current conditions of development of the agro-industrial complex of Ukraine, sunflower remains one of the most important oilseeds, which determines the economic stability of many agricultural enterprises. Growing demand for products with a high oil content, as well as increasing climate challenges and the pressure of weeds and diseases, necessitate improved approaches to growing this crop.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

In recent years, scientists have been focusing on breeding high-yielding sunflower hybrids that combine high yields, resistance to biotic and abiotic factors, and the ability to absorb nutrients efficiently. At the same time, the issue of optimizing the fertilizer system remains relevant, as it is a key factor in increasing productivity and improving seed quality.

Despite the availability of a significant amount of scientific information, in practice there is still a problem of underestimating the role of fertilizers or improper selection of agrotechnical solutions for specific hybrids. This complicates the realization of the crop's potential in the conditions of farms in different zones.

Analysis of recent research. Over the past decade, research on sunflower cultivation has been intensively developed, focusing on the search for highly productive hybrids adapted to climate change and with increased efficiency of mineral nutrition. Studies of domestic and foreign scientists confirm the importance of combining the genetic potential of hybrids with a properly selected fertilizer system [4-7].

According to O. M. Ivanchenko, the use of nitrogen-phosphorus-potassium fertilizers in balanced doses can increase sunflower yield by 20-30%, depending on the type of soil and weather conditions of the year [2]. At the same time, excessive nitrogen application leads to a decrease in oil content in seeds, which is also noted [4].

Studies by many authors have shown that new herbicide-resistant hybrids of the Clearfield and ExpressSun systems demonstrate not only agronomic advantages in conditions of heavy weeds, but also a higher response to trace elements, in particular boron and zinc, especially in light soils [3].

The study of the influence of the nutrition system on the quality of products shows that under conditions of nutrient deficiency, there is an underdevelopment of baskets, reduced pollination and a decrease in the weight of 1000 seeds [2].

At the same time, according to the results of field studies in the steppe zone of Ukraine, the optimal dose of fertilizer varies depending on the hybrid: high-yielding intensive hybrids require more nutrition, while adaptive forms show stable results even at lower doses [6].

Despite a significant number of studies, the issue of the interaction of individual nutrients with the biological characteristics of specific hybrids in a changing climate remains insufficiently studied, which makes further research in this area relevant.

Objective. Evaluation of the effectiveness of different rates of mineral nutrition in the cultivation of modern sunflower hybrids, taking into account their biological characteristics and soil and climatic conditions.

The experiment was conducted during 2023-2024 in the conditions of the private enterprise “Starodorohynske” of Korosten district, Zhytomyr region.

This field experiment is a two-factor experiment, we studied: the first factor is two sunflower hybrids (1. Suliano. 2. Granata), the second is the fertilizer background (1. No fertilizer - control; 2. $N_{90}P_{60}K_{60}$; 3. $N_{120}P_{90}K_{90}$). There were 5 variants in the experiment.

The technology of sunflower cultivation in the experimental plots has become generally accepted for the Polissya zone of Ukraine.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Summary of the main material. The growth and development of sunflower plants directly depend on the supply of nutrients from the soil and fertilizers. The use of different fertilizer systems significantly affects the rate of vegetative development, morphological characteristics and physiological state of plants.

Under the influence of mineral fertilizers, the germination phase is accelerated, stem and leaf growth is activated, and the leaf surface area increases, which contributes to increased photosynthetic activity. The complex application of macro- and microelements improves the development of the root system, which ensures better absorption of nutrients and water.

As a result of the research, it was found that the use of mineral fertilizers had a positive effect on sunflower yield compared to the control (Fig. 1).

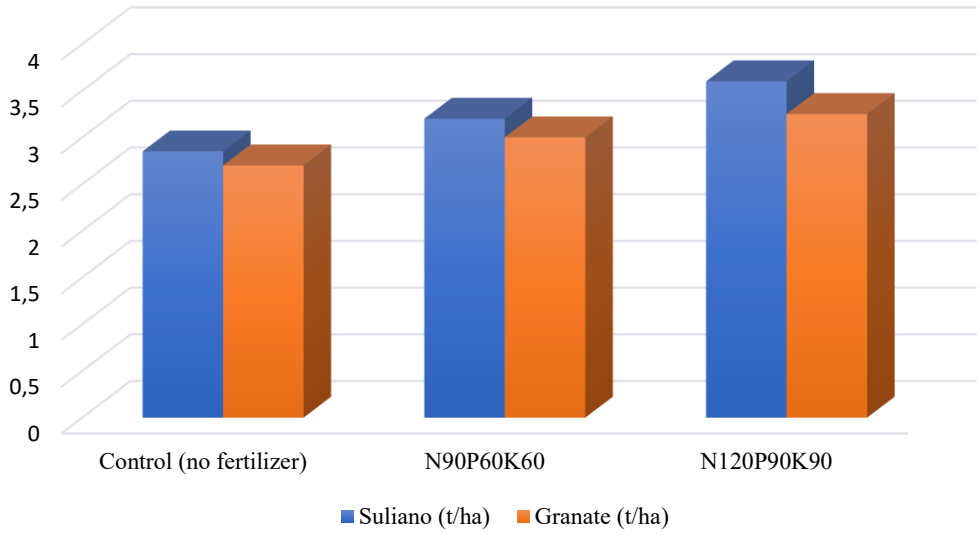


Fig. 1 **Effect of fertilization on the yield of sunflower hybrids, t/ha**

When growing the Suliano hybrid, the yield in the control variant was 2.85 t/ha, while with the introduction of $N_{90}P_{60}K_{60}$ it increased to 3,20 t/ha, and at the maximum rate of $N_{120}P_{90}K_{90}$ - to 3,60 t/ha.

A similar trend was observed in the Garnet hybrid, where the yield increased from 2,70 t/ha in the control variant to 3,00 t/ha with $N_{90}P_{60}K_{60}$ and to 3,25 t/ha with $N_{120}P_{90}K_{90}$.

Thus, the optimization of mineral nutrition contributed to an increase in yield by 0,75 t/ha (26,3%) for the Suliano hybrid and by 0,55 t/ha (20,4%) for the Granata hybrid compared to the control. The maximum values were achieved by applying the full dose of fertilizer $N_{120}P_{90}K_{90}$, which indicates the high efficiency of the complex application of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers.

We have found that the level of mineral nutrition significantly affects the quality of sunflower, in particular, the oil content in the seeds. In the control variant (without fertilizers), the Granata hybrid was characterized by an oil content of 43%, while in the Suliano hybrid this figure was 45%, which indicates a higher basic level of oil content of the latter (Fig. 2).

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

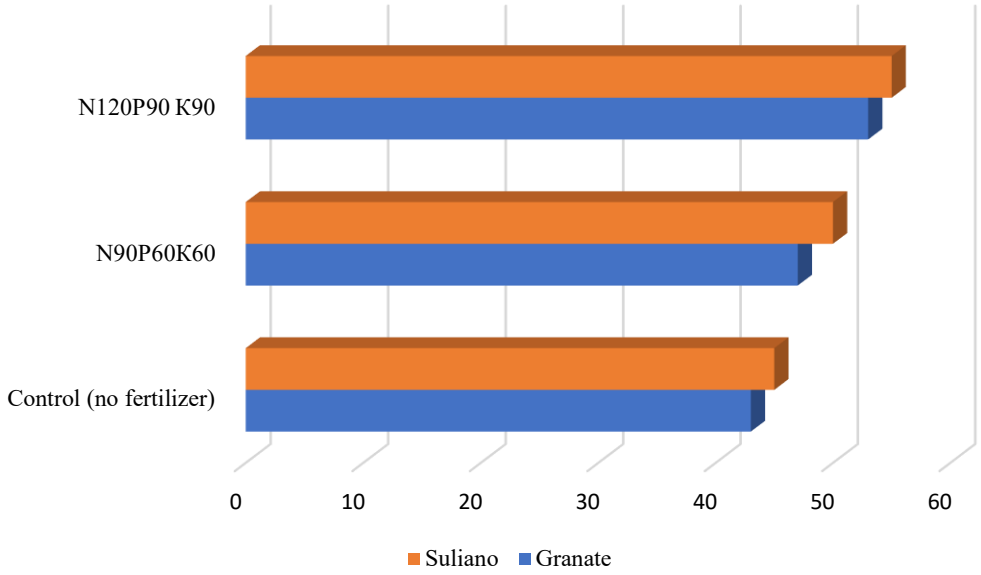


Fig. 2 Oil content in sunflower hybrids depending on fertilizer, %.

With increasing doses of mineral fertilizers, a gradual and systematic increase in oil content in the seeds of both hybrids was observed. When fertilizers were applied at the rate of $N_{90}P_{60}K_{60}$, the oil content in the Granata hybrid increased to 47%, which is 9,30% more than in the control, and in the Suliano hybrid - to 50%, which is 11,11% more.

The highest values of oil content were recorded when applying the full dose of fertilizer $N_{120}P_{90}K_{90}$ - 53% in the hybrid Granata (23,26%) and 55% in the hybrid Suliano (+22,22%, respectively).

Regardless of the level of mineral nutrition, the Suliano hybrid showed a consistently higher oil content compared to Granata, indicating the high genetic potential of the Suliano hybrid for oil accumulation in seeds, which can be a valuable breeding and production criterion for growing sunflower for oil.

Conclusions and suggestions. The results of the research show that the use of mineral fertilizers has a positive effect on both the yield and quality of sunflower seeds. With the increase of mineral nutrition doses, there was a systematic increase in yield in Suliano and Granata hybrids. The maximum yields were achieved when fertilizers were applied at the rate of $N_{120}P_{90}K_{90}$ – 3,60 t/ha in Suliano and 3,25 t/ha in Granata.

In parallel with the increase in yield, there was an improvement in quality indicators, in particular the oil content in the seeds. In the control variant, this figure was 43-45%, while with maximum fertilization it increased to 53-55%. Throughout the experiment, the Suliano hybrid demonstrated consistently higher yields and seed oil content, indicating its higher genetic potential.

Taking into account the results obtained, it is advisable to recommend the use of mineral nutrition in the rate of $N_{120}P_{90}K_{90}$ in the cultivation of sunflower, especially the Suliano hybrid, in order to maximize yield and improve seed quality. This approach will contribute to the efficient use of resources and increase the profitability of crop production.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

References:

[1] Djukic, V., Miladinovic, D., Jocic, S., & Marinkovic, R. (2019). Effect of fertilization on seed yield and oil content in sunflower hybrids. *Helia*, 42(71), 111–120. https://doi.org/10.2298/HEL1952111D

[2] Ivanchenko, O. M. (2021). Vplyv systemy mineralnoho zhyvlennia na vrozhainist ta yakist nasinnia sonyashnyku v umovakh Lisostepu Ukrainy [Influence of mineral nutrition system on yield and seed quality of sunflower in Forest-Steppe zone of Ukraine]. *Ahroekolohichnyi zhurnal*, (3), 45–50.

[3] Kovalchuk, S. I. (2022). Osoblyvosti vyroshchuvannia hibrydiv sonyashnyku systemy Clearfield ta ExpressSun za riznykh rivniv udobrennia [Peculiarities of growing sunflower hybrids of Clearfield and ExpressSun systems under different fertilization levels]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, (6), 33–38.

[4] Petrovic, S., Marinkovic, R., Mijic, A., & Vujakovic, M. (2020). Nitrogen fertilization effects on oil yield and quality in sunflower. *Field Crops Research*, 248, 107687. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.107687

[5] Stanislavchuk, M. H., & Berezovska, L. Yu. (2023). Efektyvnist dobriv u vyroshchuvanni suchasnykh hibrydiv sonyashnyku [Fertilizer efficiency in growing modern sunflower hybrids]. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv*, 33, 98–104.

[6] Tarasov, A. H. (2020). Reaktsiia riznykh hibrydiv sonyashnyku na mineralne zhyvlennia v umovakh Stepu Ukrainy [Response of different sunflower hybrids to mineral nutrition in the Steppe zone of Ukraine]. *Zemlerobstvo*, (2), 58–62.

[7] Institute of Oil Crops of NAAS of Ukraine. (2020). *Agrotechnological recommendations for sunflower cultivation under climate change conditions* (in Ukrainian). Zaporizhzhia: IOK NAAS.

ВПЛИВ УДОБРЕННЯ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ НАСІННЯ СУЧАСНИХ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ

НАУКОВО-ДОСЛІДНА ГРУПА:
Оксана Трембіцька
кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри ґрунтознавства та землеробства
Поліський національний університет, Житомир, Україна
Світлана Столяр
кандидат сільськогосподарських наук, завідувач кафедри технологій у рослинництві, доцент
Поліський національний університет, Житомир, Україна
Сергій Вербельчук
кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри технологій переробки та якості продукції тваринництва
Поліський національний університет, Житомир, Україна
Лілія Білоцерківська
викладач
Новочорторійський технологічно-економічний коледж, Україна

Анотація. *У статті наведено результати дослідження впливу мінерального живлення на урожайність та якість насіння соняшнику гібридів Суліано та Граната. Встановлено, що застосування добрив у нормах $N_{90}P_{60}K_{60}$ та особливо $N_{120}P_{90}K_{90}$ сприяє суттєвому підвищенню урожайності (до 3,60 т/га) та вмісту олії в насінні (до 55%). Гібрид Суліано продемонстрував вищі показники порівняно з Гранатою за всіма варіантами удобрення. Отримані результати дозволяють рекомендувати повне мінеральне живлення як ефективний агроприйом для підвищення продуктивності та якості соняшнику в умовах Полісся України.*

Ключові слова: *соняшник, мінеральне живлення, урожайність, вміст олії, гібриди, Суліано, Граната.*

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License 2025

ARTICLE

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.044

THE EFFICIENCY OF KRESACYN USAGE IN TERMS OF WESTERN UKRAINIAN FORESTSTEPPE PROVINCE

SCIENTIFIC RESEARCH GROUP:

Gavryluck Allona Todorivna
candidate of biological sciences
Ukrainian science –research plant quarantine station IPP NAAS, Ukraine

Nemerytska Liudmyla Victorivna
Candidate of biological sciences, associate professor
associate professor
Zhytomyr agrotechnical college, Ukraine

Andriychuk Tetyana Olexandrivna
Senior science researcher laboratory of quarantine pests and diseases
Ukrainian science research plant quarantine station IPP NAAS, Ukraine

Rozhok Olena Myckolayivna
Chief of vivarium Research- training institute of biology, chemistry and bioresources
Chernivtsi national university named after Yu. Fedkovych, Ukraine

Summary. *The studies' results of growth stimulator and adaptogen Kresacyn usage on potato plantations. It was determined that plant spraying by preparation during budding had positive impact in terms of Western Ukrainian Foreststeppe province in Ukraine.*
It was determined, the necessary consumption rate consisted of 20 g per ha for receiving high indexes of cultivar biological potential and production quality during potato growing.
Keywords: *potato plantations, adaptogen, Kresacyn, yield, productivity.*

Climate change makes more greater impact on agriculture in Ukraine. It provides a great danger for traditional vegetables growing. So, potato and other vegetables became especially sensitive through the climatic terms changing. Potato variety takes one of the important places in consumption volumes and growing area in chain of valuable food and feed production on Ukraine area. Results of analytical treating confirm about the cultivar growing decrease caused by the following factors. Among them are: decreasing of planting areas and russian federation invasion in Ukraine territory.

The control for potato diseases is actual problem for potato study in Ukraine and across. Their causative agents are different phytopathogen organisms. Today, mankind stands before difficult period of dangerous crisis global ecological crisis increase. It is necessary to look for it's neutralization and elimination with following

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

transition on new policy of nature management: improving perspective biotechnologies. They would be based upon the biological methods of plant protection, They allowed to increase plant functional state, productivity and production quality. [5].

It is possible to increase yields of basic agricultural crops in terms of soils fertility in different climatic terms of Ukraine through the study and improving biological agriculture. There are immunomodulators for this aim. They used as stress adaptogens, growth and development activators. They increased plants root system, normalized soil content and increase digestibility of nutrient from cultivars [1,2].

Purpose was to determine adaptogen Kresacyn on potato yield in terms of Western Ukrainian Foreststeppe province,

Studies conducted on the base of Ukrainian Science-Research Plant Quarantine Station IPP NAAS. Experiment conducted during 2023-2024 by the putting field trials and providing laboratory analysis. Agrochemical characteristics of researched plots UkrSRPQS IPP NAAS are following:sod-podsolic soils heavy loam. The following average of nutritions elements are: humus-2,0%, light hydrolized nitrogen-80mg/kg, motion phosphorous - 56mg/kg, exchangeable potassium- 87 mg/kg, boron microelement - 0.78mg/kg, manganese microelement-19,12 mg/kg, copper microelement-0,82mg/kg, iron microelement-5,20 mg/kg, zinc microelement-0,57mg/kg, lead microelement-0,25 mg/kg, cadmium microelement-0,03 mg/kg. The average acidity index consisted of 30 points. The mid-ripe variety Myroslava used for researches, The approved methodological recommendations for potato study used during researches providing,[4.7]. The observation for sowing is commonly approved for Foreststeppe area, All plants record conducted visually three times.

Scheme of field trial consisted of the following variants: control and Kresacyn preparation spraying. Potato agrotechnique growing is commonly approved for Western Foreststeppe area. Potato tubers planted manually. Plant spraying conducted in dosage 20 g/ha; first spraying conducted during closing plants in lines: following three -every 12 days.

Preparation Actoterm (BTU CENTER), 35ml/10l treated against Colorado beetle. Spud cut in two weeks before collecting. Plants defeating records conducted as per generally approved technique [3,4].

Adaptogen Kresacyn consists of 475g/l ortokresoacetic acid triethanolamine acid and microfertillizer in chelate form. It increases germination and plant's germination energy. It also increases rooting, decreases terms of seedlings taking roots, increases heat and cold resistance. Adaptogen prevents flowers and fruit sets falling, it increases resistance to diseases of different etiology, it favors activization of growing and shapeforming processes with increasing quality and quantity characteristics of wide scope of crops.

Researches results. Researches determined that adaptogen Kresacyn spraying in 2023-2024 had positive impact on potato growing and productivity in comparison with control variant. The Alternaria blight development decreased too.

Potato plant spraying by growth regulator during growing period gave positive productivity growth in spite of weather conditions. Tubers' quantity from 1 bush was on 2,8 pcs/plant in comparison with control variant. Disease development after stimulator treating consisted of 14,7%, but the control was in scope 59,5%.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Yield increase consisted of 0,4 t/ha. It consisted of 14% in comparison with control. It was determined, that yield increased on 0,37 t/ha in comparison with control during preparation usage. Preparation's technical efficiency consisted of 64,0%.

The growth plant regulator spraying on potato had positive impact on it's productivity and showed protection action against Alternaria blight. It is necessary to use Kresacyn in organic farming and systems of integrated plant protection against diseases through the economic aspects.

References:

[1] Gavryliuk A. T., Kyryk M. M. (2021) *Tank mix additives biological preparations efficiency usage with other means against potato alternaria blight.* Science of post – industrial society: globalization and transformation processeses V International scientific journal GRAIL OF SCINCE, https://doi.org/10.36074/grail-of-science.04.06.2021.016

[2] Hrytsaienko Z. M., Ponomarenko S. P., KarpenkoV.P., Leontiuk I.B. (2008). *Biolohichno aktyvni rechovyny v roslynnytstvi*, ZAT «NICh LAVA».[Biologically active matters in plant growing.JSC «NICh LAVA».]

[3] Kononuchenko V. V. (2002) *Metodychni rekomendatsii shchodo provedennia doslidzhen z kartopleiu*. UAAN, Instytut kartopliarstva. Kyiv: Ahrarna nauka[Methodological recommendations for potato studies conducting,UAAS, Institute for potato study, Kyiv: Ahrarna nauka]

[4] Verzun O. V., Tkachuk O.O. (2020). *Diia rehuliatoriv rostu na rozvytok kartopli*. *[Plant growth regulators impact on potato development*, Materialy VI Mizhnarodnoi naukovoi konferentsii studentiv, aspirantiv ta molodykh vchenykh «Aktualni pytannia rozvytku biolohii ta ekolohii» (21–22 zhovtnia 2020 r., m. Vinnytsia). Vinnytsia: TVORY, 80-81. [Proceedings of VI th International scientific conference of students, aspirants and young scientists

[5] Shuvar I.A. (2011) *Biolohizatsiia zemlerobstva – shliakh do formuvannia stalykh ahroekosystem na lokalnomu i hlobalnomu rivniakh.* [Agricultural biologization way for forming sustainable agroecosystems on local and global levels.]. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnology named after Stepan Gzhyskyi V.13., №1(2) p. 393-399.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ КРЕЗАЦИНУ В УМОВАХ ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКОЇ ЛІСОСТЕПОВОЇ ПРОВІНЦІЇ

НАУКОВО-ДОСЛІДНА ГРУПА:
Гаврилюк Альона Тодорівна
канд. біол. наук, вчений секретар
Українська науково-дослідна станція карантину рослин ІЗР НААН, Україна
Немерицька Людмила Вікторівна
канд. біол. наук, доцент
Житомирський агротехнічний коледж, Україна
Андрійчук Тетяна Олександрівна
Старший науковий співробітник лабораторії карантинних шкідників та хвороб
Українська науково-дослідна станція карантину рослин ІЗР НААН, Україна

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Рожок Олена Миколаївна
Завідувач віварію
Навчально науковий інститут біології, хімії та біоресурсів ЧНУ ім. Ю. Федьковича, Україна

Анотація. *Наведено результати досліджень щодо використання стимулятора росту та адаптогена Крезацин на насадженнях картоплі. Доведено, що обприскування препаратом рослин під час бутонізації позитивно вплинуло на їх продуктивність в умовах Західноукраїнської Лісостепової провінції України.*
Встановлено, що для отримання високих показників біологічного потенціалу культури та якості продукції при вирощуванні картоплі доцільно проводити обробку рослин із нормою витрати 20 г/ га.
Ключові слова: *насадження картоплі, адаптоген, Крезацин, урожай, продуктивність.*

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ARTICLE

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.045

DESIGNING A CAFÉ-CONFECTIONERY: A COMPREHENSIVE APPROACH TO QUALITY, SAFETY, AND INCLUSIVITY

SCIENTIFIC RESEARCH GROUP:

Kosiak Veronika
Bachelor of Food Technology
National University of Food Technologies, Ukraine

Kuzmin Anton
Master of Architecture and Urban Planning
Individual entrepreneur Kuzmin Anton Olehovych, Ukraine

Chemakina Oktyabrina
PhD in Architecture, Associate Professor,
Faculty of Architecture, Construction and Design
State University «Kyiv Aviation Institute», Ukraine

Kuzmin Dmytro
Master's Degree in Software Engineering
RETROSTYLE GAMES LLC, Ukraine

Matyiashchuk Olena
Senior Lecturer
Department of Technology of Restaurant and Ayurvedic Products
National University of Food Technologies, Ukraine

Kuzmin Oleh
Doctor of Engineering Sciences, Professor,
Professor of Department of Technology of Restaurant and Ayurvedic Products
National University of Food Technologies, Ukraine

Summary. *The article explores a comprehensive approach to the design of a café-confectionery facility, with an emphasis on ensuring food quality, safety, and inclusivity through the implementation of the HACCP system. It examines the key stages of technological process organization, identification of critical control points, and the application of sanitary and hygienic standards along with digital technologies to enhance control efficiency. Special attention is given to the zoning of production areas and the optimization of raw material, semi-finished product, and final product flows to minimize the risks of microbiological, chemical, and physical contamination. The creation of an accessible, barrier-free environment for all users is also prioritized. The proposed*

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

practical recommendations contribute to the development of a safe, high-quality, and inclusive environment within café-confectionery establishments.

Keywords: *design, inclusion, café-confectionery, HACCP, food safety, sanitary and hygienic requirements, critical control points, food quality, technological process, functional zoning.*

Problem Statement. Modern café-confectionery design [3, 9, 12] requires not only compliance with high standards of food quality [2, 7, 9, 12, 13] and safety [4–8, 10, 11, 13–16, 18–21], but also the creation of an inclusive environment accessible to all population groups, including people with limited mobility and other vulnerable categories [17]. The growing consumer awareness of hygiene, transparency of technological processes, and social responsibility demands a comprehensive approach to spatial organization and technological implementation.

Café-confectioneries that operate with perishable ingredients – such as eggs, dairy products, and fruits – face significant challenges in maintaining strict sanitary and hygienic standards [3, 9, 12], while also being obligated to ensure safe and comfortable access for all categories of customers [17]. Failure to meet these requirements may result in adverse health outcomes, reputational damage, legal penalties, and social exclusion [7].

Therefore, the comprehensive design of a café-confectionery must integrate the principles of food safety, product quality, and inclusivity, ensuring an effective control system for technological processes, ergonomic space organization, and universal accessibility, all of which contribute to sustainable development and increased customer trust.

Review of Research and Publications. The HACCP system, recognized internationally, is an established standard for ensuring food safety [8, 10, 11, 15, 18–21]. In Ukraine, its implementation became mandatory for all food industry businesses in 2019 under the Law of Ukraine «On the Basic Principles and Requirements for Food Safety and Quality» [1].

HACCP involves a systematic analysis of potential hazards – microbiological, chemical, and physical – identification of critical control points, and the implementation of measures for their monitoring and control. For café-confectioneries, this system functions not only as a regulatory requirement but also as a design tool that helps reduce production risks, maintain consistent product quality, strengthen customer trust, and structure technological processes more efficiently.

Recent studies also highlight the importance of integrating HACCP principles with spatial and technological solutions that address the needs of people with reduced mobility, persons with disabilities, and other user categories. Thus, inclusivity in café-confectionery design is viewed as a vital element of social responsibility, closely linked to a culture of safe production and environmental accessibility [2, 6, 9, 12, 17].

Purpose and Methods. The purpose of this study is to comprehensively examine the principles of café-confectionery design through the lens of food safety, quality, and inclusivity. Particular attention is given to the integration of the HACCP system as a foundation for controlling technological processes, identifying critical control points, implementing digital solutions for monitoring and documentation,

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

and developing practical recommendations for creating a barrier-free environment that meets current sanitary, technological, and social requirements.

Materials and Methods. To evaluate the effectiveness of HACCP implementation in the design of a café-confectionery, the study employed analytical methods and comparative analysis.

Presentation of the Main Material. The design of a café-confectionery (Fig. 1; Table 1) requires a comprehensive approach that integrates architectural planning, sanitary and hygienic standards, technological requirements, and social considerations. The key priorities in organizing the spatial environment of such an establishment include ensuring food safety, compliance with product quality standards, and the creation of an inclusive setting accessible to all population groups, including visitors and staff with limited mobility.

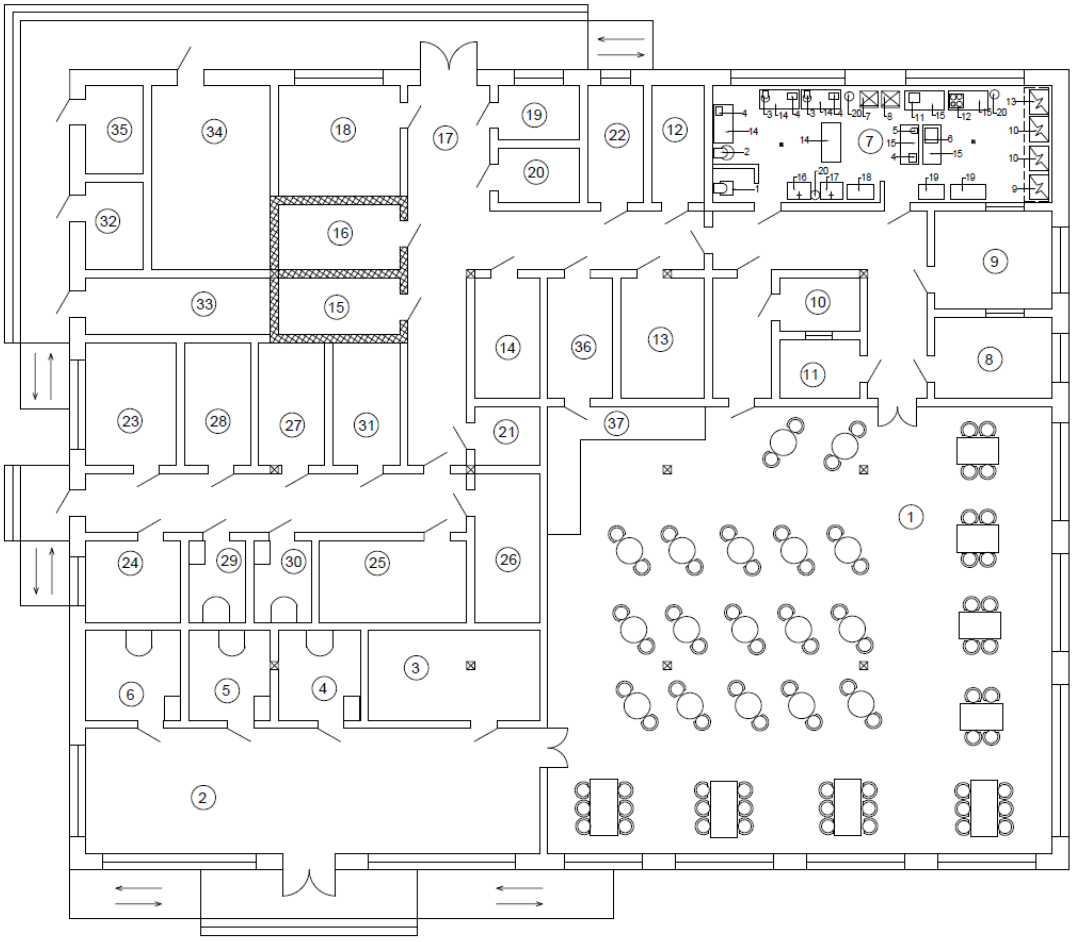


Fig. 1. Floor plan of the café-confectionery at elevation 0.000
[author's design]

Table 1

Names and functional purposes of café-confectionery premises

№	Room Name	Functional Purpose
1	Dining Hall	Service area for consuming ready-made dishes
2	Lobby	Entrance area with access to cloakroom and visitor restrooms
3	Cloakroom	Temporary storage of outerwear and personal belongings of visitors

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Table continuation 1

№	Room Name	Functional Purpose
4	Women's Restroom	Sanitary facility for female visitors
5	Men's Restroom	Sanitary facility for male visitors
6	Accessible Restroom	Sanitary facility for visitors with limited mobility
7	Confectionery Kitchen	Production of flour-based and sugary confectionery items
8	Culinary Kitchen	Preparation of dishes using meat, fish, vegetables, cereals, and other ingredients
9	Kitchenware Washing Area	Cleaning of kitchen utensils used in food preparation
10	Tableware Washing Area	Washing of tableware returned from the dining area with reverse flow control
11	Waitstaff Utility Room	Storage and distribution of dishware, cutlery, and table linen
12	Daily Raw Material Storage	Short-term storage of raw materials for same-day use
13	Dry Goods Pantry	Storage of dry and non-refrigerated food products
14	Grocery and Beverage Pantry	Storage of packaged goods with long shelf life
15	Dairy and Fat Storage Room	Refrigerated storage for dairy, butter, margarine, and oils
16	Produce Cold Room	Refrigerated storage for fresh fruits, vegetables, and greens
17	Loading Area	Receiving, inspecting, and sorting of incoming deliveries
18	Storekeeper's Office	Recordkeeping and distribution of raw materials
19	Equipment and Container Washing Room	Washing and disinfection of production containers and tools
20	Utility Supply Storage	Storage of technical tools, equipment, and expendable materials
21	Janitorial Closet	Storage of cleaning agents and sanitary supplies
22	Egg Processing Room	Ovoscopy, washing, and disinfection of eggs before use
23	Director's Office	Administrative management of the establishment
24	Accountant's Office	Handling of financial and reporting documentation
25	Staff Room	Changing, hygiene, and rest area for employees
26	Waitstaff and Bartender Room	Storage and handling of service uniforms and linens
27	Women's Staff Cloakroom	Changing and hygiene facility for female staff
28	Men's Staff Cloakroom	Changing and hygiene facility for male staff
29	Men's Staff Restroom	Restroom for male employees or visitors
30	Women's Staff Restroom	Restroom for female employees or visitors
31	Linen Room	Sorting, accounting, and storage of clean and soiled linen
32	Electrical Room	Electrical distribution panels, automation, and protection systems
33	Heat Distribution Room	Equipment for heat supply regulation and distribution
34	Supply Ventilation Chamber	Circulation and delivery of fresh air into premises
35	Exhaust Ventilation Chamber	Extraction of polluted or used air from rooms
36	Bar Utility Room	Storage of bar inventory and auxiliary support to the bar area
37	Bar	Preparation and serving of drinks to customers

[author's design]

Under the current requirements for public catering, the implementation of the HACCP system principles is of particular importance. This system demands clear zoning of premises according to the flows of raw materials, finished products, personnel, utensils, and visitors. The purpose of this zoning is to prevent cross-contamination and to ensure the technological sequence of processes.

At the same time, an important aspect of design is focusing on the needs of different user categories. An inclusive approach involves creating accessible spaces

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

both in public areas (such as the lobby, restrooms, dining hall) and in service rooms (such as cloakrooms and staff toilets), thereby providing equal opportunities for participation in production and social processes.

Thus, the effective organization of the space in a café-confectionery should not only comply with hygiene and production requirements but also promote social integration, high service quality, and consumer trust in the establishment's products.

Visitor Area Group – designed to organize comfortable stay, service, and consumption of finished products. It includes dining halls, lobbies, cloakrooms, bars with auxiliary rooms, as well as restrooms for various visitor categories, including people with limited mobility.

Production Area Group – intended for the technological processing of raw materials and semi-finished products, followed by the preparation of finished goods. It includes main rooms (culinary, confectionery), auxiliary rooms (washing, dishwashing), and specialized rooms for sanitary treatment of products (e.g., eggs), ensuring a continuous and safe production process.

Storage Area Group – provides for the receipt, short-term and long-term storage of raw materials, food products, and technical supplies. It includes refrigerated chambers, non-refrigerated pantries, daily stock rooms, material and technical supply rooms, cleaning inventory storage, as well as loading and resource accounting zones.

Service and Utility Area Group – designed to ensure hygienic working conditions, storage and accounting of linens, staff changing rooms, and administrative, managerial, and financial-accounting activities. It comprises administrative offices, cloakrooms, staff rooms for waiters and bartenders, and laundry rooms.

Technical Area Group – intended for the operation of the enterprise's engineering systems, including heat supply, electricity, and ventilation. It includes the heating station, electrical control room, and supply-exhaust ventilation chambers.

Restrooms – specialized rooms to ensure personal hygiene for visitors and staff, including sanitary facilities for men, women, and people with limited mobility, arranged according to sanitary standards and barrier-free requirements.

1. Quality Management System in a Café-Confectionery

Quality management in a café-confectionery [2, 7, 9, 12, 13] covers all stages of production and service, from raw material supply to the delivery of finished products to consumers. The primary goal is to ensure consistent quality and safety of products, achieved through clear organization of processes and control of key parameters.

At the raw material supply stage (eggs, flour, cream, berries), incoming inspection is conducted, which includes verification of certificates, expiration dates, and organoleptic indicators. Storage of raw materials requires strict adherence to temperature regimes and proper labeling. Technological processes such as baking, cream preparation, and decoration are regulated by technological cards, while sanitary treatment of equipment and personnel hygiene are integral parts of the system. Customer service also involves controlling the storage conditions of finished products and adherence to their shelf life.

2. Food Safety Management System in a Café-Confectionery

According to sanitary requirements and the layout plan at elevation 0.000 (Fig. 1), the production premises are divided into six functional zones based on the

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

degree of contamination risk of raw materials, semi-finished products, materials, and finished goods. This division helps minimize microbiological risks at all stages of production.

Based on the functional zoning, a description of the premises and flows (raw materials, semi-finished products, finished products, waste, personnel) has been developed, enabling effective organization of the movement of all components of the production process and preventing cross-contamination (Fig. 2; Table 2).



Fig. 2. Color coding of café-confectionery premises by zones:
1 – Dining Hall; 2 – Lobby; 3 – Cloakroom; 4 – Women's Restroom; 5 – Men's Restroom; 6 – Accessible Restroom; 7 – Confectionery Kitchen; 8 – Culinary Kitchen; 9 – Kitchenware Washing Area; 10 – Tableware Washing Area; 11 – Service Room; 12 – Daily Raw Material Storage; 13 – Dry Goods Pantry; 14 – Grocery and Beverage Pantry; 15 – Dairy and Fat Storage Room; 16 – Fruit, Vegetable, and Greens Cold Room; 17 – Loading Area; 18 – Storekeeper's Office; 19 – Container and Equipment Washing Room; 20 – Technical Supply Room; 21 – Janitor's Closet; 22 – Egg Processing Room; 23 – Director's Office; 24 – Accountant's Office; 25 – Staff Room; 26 – Waitstaff and Bartender Room; 27 – Women's Staff Cloakroom; 28 – Men's Staff Cloakroom; 29 – Men's Staff Restroom; 30 – Women's Staff Restroom; 31 – Linen Room; 32 – Electrical Room; 33 – Heating Point; 34 – Supply Ventilation Chamber; 35 – Exhaust Ventilation Chamber; 36 – Bar Utility Room; 37 – Bar
[author's design]

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Table 2

Color coding of café-confectionery premises by zones

Zone Color		Name of Functional Zone
	Blue	Visitor areas
	Green	Production areas
	Light green	Storage areas
	Yellow	Service and utility areas
	Pink	Technical areas
	Red	Restrooms

[author's design]

The HACCP system is based on seven fundamental principles adapted to the specifics of café-confectioneries. The first stage involves hazard analysis, which includes identifying microbiological risks (e.g., Salmonella in eggs), chemical risks (allergens, pesticides), and physical risks (foreign objects). Next, critical control points (CCPs) are determined – these are stages where lack of control may lead to significant health risks for consumers. For example, thermal processing of dough or cooling of creams are critical due to the potential for pathogen growth.

For each critical control point, critical limits are established (e.g., baking temperature ≥ 75°C), monitoring methods are developed (such as thermometers and sensors), corrective actions are defined (disposal, reprocessing), and verification procedures are implemented. An important element is the documentation of all processes, ensuring identification and traceability.

The technological process in café-confectioneries includes several stages, each of which may present certain risks. The first stage is the receipt of raw materials, where their quality and safety are checked. For example, eggs can be a source of Salmonella, so certificates must be verified and a visual inspection conducted. Storage of raw materials requires control of the temperature regime: dairy products should be stored at 0 to +6°C to prevent bacterial growth.

Thermal processing, such as baking sponge cakes or pasteurizing creams, is a critically important stage, where the internal temperature of the product must reach at least 75°C to eliminate pathogens. Cooling of finished products to +6°C within 90 minutes is another critical control point since failure to comply may promote bacterial growth, such as *Listeria monocytogenes*.

Decorating cakes and pastries, often done manually, carries the risk of cross-contamination, thus requiring thorough disinfection of tools and strict adherence to personnel hygiene. At the stage of serving and selling finished products, it is important to control storage times (12–48 hours depending on composition) and the temperature in display cases.

Personnel hygiene, including hand washing and wearing special clothing, affects all production stages and is considered a separate critical control point.

The implementation of the HACCP system in café-confectioneries provides a number of advantages. First, the system ensures product safety through systematic hazard control, which is especially important for establishments working with raw materials of high microbiological risk. Second, HACCP promotes the standardization

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

of production processes, reducing the amount of waste, facilitating training of new employees, and improving discipline. Third, the presence of the system increases consumer trust, as customers increasingly prefer establishments with transparent quality control processes. Fourth, HACCP ensures compliance with legal requirements, helping to avoid fines and sanctions.

Moreover, systematic control reduces production losses, optimizes costs, and enhances economic efficiency. Finally, the implementation process includes staff training, which contributes to raising professional culture and responsibility.

Documentation is a key element of the HACCP system, as it ensures traceability and transparency of processes. Temperature control logs record data on the temperatures of refrigerators and display cases, noting responsible persons and inspection results. For example, a log may contain records of the temperature in the refrigerator for dairy products, maintaining the norm of 0 to 6°C.

Critical Control Point (CCP) charts detail stages such as baking sponge cakes, indicating critical limits (e.g., temperature ≥ 75°C), monitoring methods (thermometers), and corrective actions (disposal or reprocessing). Hygiene treatment logs document the disinfection of equipment, such as pastry bags, including the time and responsible personnel.

Personnel training logs record the conduct of briefings, for instance on HACCP basics and hand hygiene, which may be carried out via online platforms. All documents are kept for at least one year and maintained meticulously to ensure audit readiness.

Despite the obvious advantages, implementing HACCP in café-confectioneries is associated with certain challenges. Insufficient staff awareness of HACCP principles complicates their engagement in the system. Additionally, changes in legislation may require continuous adaptation of documentation. To overcome these challenges, it is recommended to invest in accessible digital solutions such as cloud-based document management services, conduct regular staff training through online platforms, and collaborate with consultants to tailor the system to the specific characteristics of the establishment.

3. Inclusivity in the Design of a Café-Confectionery

Inclusivity in the design of a café-confectionery involves creating a space that is physically, informationally, and emotionally accessible to all user groups, regardless of their age, physical, or cognitive characteristics. The layout of premises should ensure barrier-free access to the dining hall, restrooms, cloakroom, bar counter, and other service areas. Special attention is given to the ergonomics of passageways, the presence of ramps, handrails, tactile elements, high-contrast markings, and convenient zoning to assist orientation for people with visual, hearing, or mobility impairments.

At the level of internal space organization, inclusive design takes into account the needs not only of visitors but also of staff. Providing adequate working conditions for employees with disabilities or age-related limitations includes accessibility of service rooms, ease of use of technical equipment, and sanitary facilities. This approach fosters an ethical and socially responsible model of public catering, aligned with modern principles of sustainable development and enhancing consumer trust in the establishment.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Conclusions and Recommendations. In summary, the achievement of the set goal – a comprehensive study of café-confectionery design considering safety, quality, and inclusivity – was made possible through the integration of sanitary-hygienic, technological, and socio-engineering approaches. The integration of the HACCP system enabled the formation of a structured model for controlling critical points in the production process, while digital solutions enhanced the efficiency of monitoring and data collection.

A significant aspect of the project was inclusivity, viewed not only as accessibility for people with limited mobility but as a broader approach to creating an open, safe, and comfortable environment for all categories of visitors and staff. The research results can serve as a foundation for modern public catering facility designs that strive to meet the highest standards of food safety, service quality, and social responsibility.

References:

[1] Верховна Рада України. (1997). *Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів: Закон України від 23.12.1997 № 771/97-ВР*. Офіційний вебпортал Верховної Ради України. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/771/97-вр

[2] Кійко, В. В., Мельник, О. П., Кузьмін, О. В., & Попова, Н. В. (2023). *Системи управління якістю на підприємствах харчової промисловості* [Навчальний посібник]. Одеса: Олді+.

[3] Косяк, В., Омельченко, М., & Кузьмін, О. (2025). Система управління якістю та безпечністю у кафе-кондитерській: сучасні підходи та рішення. *Інноваційні та ресурсозберігаючі технології харчових і переробних виробництв та ресторанного господарства: матеріали II Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених, 24 квітня 2025 р., м. Луцьк* (с. 70–71). Луцьк: ЛНТУ.

[4] Кузьмін, О. В., Стукальська, Н. М., & Корецька, І. Л. (2021). Програми-передумови системи безпечності харчових продуктів для громадського харчування. *Якість і безпека харчових продуктів: Збірник тез V Міжнародної науково-практичної конференції (11–12 листопада 2021 р., м. Київ)* (с. 69–70). Київ: НУХТ.

[5] Кузьмін, О., Михайленко, В., & Михайлов, Б. (2022). Спеціальні програми-передумови системи управління безпечністю харчової продукції для закладів ресторанного господарства. *Матеріали 88-ї Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті» (Квітень – Травень 2022 р., Частина 3)* (с. 259). Київ: НУХТ.

[6] Кузьмін, О. В., Білоусова, Л. І., & Пчеленко, А. Є. (2022). Система управління безпечністю харчової продукції для громадського харчування. *Матеріали XI Всеукраїнської науково-практичної конференції «Інноваційні технології в готельно-ресторанному бізнесі», присвяченої 70-річчю з дня народження професора В. Ф. Доценка (17 травня 2022 р.)* (с. 134). Київ: НУХТ.

[7] Мозговий, В., Кузьмін, О., Звєрєв, М., & Грушевська, І. (2025). Стратегічні підходи підвищення якості та безпечності у закладах ресторанного господарства. *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: матеріали 91-ї Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 7–11 квітня 2025 р., м. Київ* (ч. 3, с. 393). Київ: НУХТ.

[8] Стукальська, Н. М., Кузьмін, О. В., & Богачук, Н. І. (2022). Кольорове кодування у закладах ресторанного господарства згідно принципів НАССР. *The 13th International Scientific and Practical Conference "Modern Directions of Scientific Research Development" (June 15–17, 2022)* (pp. 337–341). BoScience Publisher.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[9] Тимощук, С. (2024). Стратегія управління якістю у кафе. *HoReCa. Наукові ініціативи: тези доповідей Всеукраїнської студентської наукової конференції* (Київ, 22 травня 2024 р., с. 308–309). Київ: Державний торговельно-економічний університет.

[10] Тимощук, С., Кузьмін, О., & Хареба, О. (2024). Застосування кольорової ідентифікації у ресторанному бізнесі за принципами НАССР. *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: матеріали 90 Ювілейної Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів*, 11-12 квітня 2024 р., ч. 3, с. 383. Київ: НУХТ.

[11] Фефелов, Д. В., Наконечна, А. С., Михайлов, Б. В., Дударєв, І. М., & Кузьмін, О. В. (2024). Впровадження стандартів НАССР у закладах ресторанного господарства. *Актуальні питання розвитку науки та забезпечення якості освіти у XXI столітті: тези доповідей XLVII Міжнародної наукової студентської конференції за підсумками науково-дослідних робіт студентів за 2023 рік* (м. Полтава, 25 квітня 2024 р., с. 702–704). Полтава: ПУЕТ.

[12] Фефелов, Д. В., Мамченко, Л. Є., Кузьмін, О. В., & Дударєв, І. М. (2024). Розроблення та впровадження системи управління якістю обслуговуючої ланки кафе. *Матеріали XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «Інноваційні технології в готельно-ресторанному та туристичному бізнесі», присвяченої 140-річчю НУХТ, 21 травня 2024 р.* (с. 168–169). Київ: НУХТ.

[13] Шейна, І., Омельченко, М., Кузьмін, О., Михайлова, О., & Михайлов, Б. (2025). Система управління якістю та безпечністю оздоровчо-вітамінних напоїв. *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: матеріали 91-ї Ювілейної Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 7–11 квітня 2025 р., м. Київ* (ч. 3, с. 385). Київ: НУХТ.

[14] Bilousova, L., Kuzmin, O., & Mykhailov, B. (2022). Prerequisite programs of food safety systems for public food. *Scientific Research: Paradigm of Innovative Development. Proceedings of the 11th International Scientific Conference* (Prague, Czech Republic, August 30, 2022), 69–72. International Scientific Center for the Development of Science and Technology.

[15] Kamets, O., Kuzmin, O., Niemirich, O., & Matyiashchuk, O. (2024). Organization of restaurant space based on HACCP requirements and recommendations. *XII International Scientific and Practical Conference "Scientific Theories and Practices as an Engine of Modern Development,"* February 28 – March 1, Bratislava, Slovakia, International Scientific Unity, 47–51.

[16] Kuzmenko, R., Kravchenko, A., Vozniuk, S., & Kuzmin, O. (2023). Control measures for pests, species identification, prevention of infestation, preventive measures, and pest management strategies in restaurants. *Prospects for sustainable development and ensuring the security of economic systems in the new geostrategic realities* (pp. 151–162). Košice: Vysoká škola bezpečnostného manažérstva v Košiciach.

[17] Kuzmin, A., Chemakina, O., Dudarev, I., Niemirich, O., & Kuzmin, O. (2025, July 9–11). *Community recovery strategy: Inclusive engineering in the restaurant industry*. In *Global trends in science, technology and economy: Collection of scientific papers with proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference* (pp. 15–17). International Scientific Unity.

[18] Moskalchuk, O., Kuzmin, O., & Stukalska, N. (2022). Programs prerequisite of HACCP system for the cleaning procedure in restaurants. *The 6th International Scientific and Practical Conference "Eurasian Scientific Discussions" (July 3–5, 2022)* (pp. 75–79). Barcelona, Spain: Barca Academy Publishing.

[19] Skrynnyk, I., & Kuzmin, O. (2022). Requirements for facility premises and equipment in accordance with the HACCP system. *The 13th International Scientific and Practical Conference "Modern Scientific Research: Achievements, Innovations and Development Prospects" (June 19–21, 2022)* (pp. 194–199). MDPC Publishing.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[20] Yurchenko, I., Kuzmin, O., & Zakharov, V. (2022). Implementation of HACCP system in restaurants. *The 10th International Scientific and Practical Conference "Modern Science: Innovations and Prospects" (June 25–27, 2022)* (pp. 106–110). SSPG Publish.
[21] Zaporozhan, A., Kuzmin, O., & Stukalska, N. (2022). HACCP color coding in restaurants. *The 14th International Scientific and Practical Conference "Science, Innovations and Education: Problems and Prospects" (August 25–27, 2022)* (pp. 86–89). CPN Publishing Group.

ПРОЄКТУВАННЯ КАФЕ-КОНДИТЕРСЬКОЇ: КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО ЯКОСТІ, БЕЗПЕЧНОСТІ ТА ІНКЛЮЗИВНОСТІ

НАУКОВО-ДОСЛІДНА ГРУПА:
Косяк Вероніка Русланівна
бакалавр з харчових технологій
Національний університет харчових технологій, Україна
Кузьмін Антон Олегович
магістр архітектури та містобудування
ФОП Кузьмін Антон Олегович, Україна
Чемакіна Октябрина Володимирівна
кандидат архітектури, доцент,
заступник декана з наукової роботи факультету архітектури, будівництва та дизайну
Державний університет «Київський авіаційний інститут», Україна
Кузьмін Дмитро Олегович
магістр з інженерії програмного забезпечення
ТОВ «РетроСтайл Геймс», Україна
Матиящук Олена Володимирівна
старший викладач кафедри технології ресторанної і аюрведичної продукції
Національний університет харчових технологій, Україна
Кузьмін Олег Володимирович
доктор технічних наук, професор,
професор кафедри технології ресторанної і аюрведичної продукції
Національний університет харчових технологій, Україна

Анотація. *У статті досліджується комплексний підхід до проєктування кафе-кондитерської з акцентом на забезпечення якості, безпечності харчової продукції та інклюзивності через впровадження системи HACCP. Розглядаються ключові етапи організації технологічних процесів, ідентифікація критичних контрольних точок, а також застосування санітарно-гігієнічних норм і цифрових технологій для підвищення ефективності контролю. Особлива увага приділяється зонуванню виробничих приміщень, оптимізації руху сировини, напівфабрикатів та готової продукції з метою мінімізації ризиків мікробіологічного, хімічного та фізичного забруднення, а також створенню доступного, безбар'єрного середовища для всіх користувачів. Запропоновані практичні рекомендації сприяють створенню безпечного, якісного та інклюзивного середовища у кафе-кондитерській.*

Ключові слова: *проєктування, інклюзія, кафе-кондитерська, HACCP, безпечність харчової продукції, санітарно-гігієнічні вимоги, критичні контрольні точки, якість харчової продукції, технологічний процес, функціональне зонування.*

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ABSTRACT

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.046

ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРИВОДІВ МОБІЛЬНИХ КАНАТНИХ ЛІСОТРАНСПОРТНИХ УСТАНОВОК НА БАЗІ КОЛІСНИХ ТРАКТОРІВ

Дзюба Лідія Федорівна
д-р техн. наук, професор,
професор кафедри прикладної математики і механіки
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна

Бариляк Василь Васильович
канд. техн. наук,
викладач кафедри прикладної математики і механіки
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна

Постановка проблеми. З огляду на природно-кліматичні умови, технологічні схеми розроблення лісосік та сучасний стан мережі лісових доріг найбільш раціональним засобом лісозаготівлі є мобільні лісотранспортні установки [4]. У разі використання за базову машину колісного трактора передавання обертального моменту до приводних барабанів виконують шляхом з'єднання карданною передачею вала відбору потужності базової машини з механізмами привода установки. На лісозаготівельних підприємствах України як базові машини для вітчизняних і зарубіжних мобільних канатних установок використовують переважно колісні трактори загального призначення, для яких стандартом встановлено два режими роботи вала відбору потужності: із частотами обертання 540 ±15 об/хв та 1000 об/хв. Для забезпечення безвідмовної роботи канатної установки необхідно, щоб потужність двигуна базової машини була більшою за суму потужностей сил опору.

Аналіз досліджень та публікацій. Технологічні навантаження, які діють на приводний барабан канатної лісотранспортної установки, значно залежать від зусиль в тягово-вантажопідіймальному канаті. В роботі [2] запропоновано залежності для визначення сили натягу в тягово-вантажопідіймальному канаті із урахуванням чотирьох технологічних етапів роботи установки. В роботах [1] та [3] розроблено динамічні моделі одно- та двобарабанного електромеханічних приводів канатної лісотранспортної установки із урахуванням багатошарового намотування канатів на приводні барабани та перехідних електромеханічних процесів у передачах привода та двигуні. Однак на початковому етапі проектування актуальним є розроблення рекомендацій щодо вибору конструкційних параметрів привода канатної установки, які б забезпечили його коректну роботу спільно з трансмісією базової машини.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Мета роботи. Розроблення рекомендацій щодо вибору мінімального передавального відношення привода та максимального значення діаметра намотування тягово-вантажопідіймального каната на приводний барабан канатної установки з урахуванням потужності двигуна та передавального відношення трансмісії базового колісного трактора.

Виклад основного матеріалу. Для забезпечення роботи установки необхідно, щоб потужність рушійних сил N_{PC}, яку розвиває двигун базової машини була не меншою, ніж сума потужностей, яку розвивають сили опору $N_{CO}^{ЗВ}$, зведені до валу двигуна:

$$N_{PC} \geq N_{CO}^{ЗВ}. \quad (1)$$

Дослідження спільної роботи приводів канатної установки і базової машини виконано за максимального значення зусилля в тягово-вантажопідіймальному канаті у фазі стопоріння каретки із вантажем за намотування канату на верхніх витках.

Потужність двигуна внутрішнього згорання базової машини за встановленої частоти обертання колінчастого валу визначено за формулою С.Л. Лейдермана. Потужність, яку розвивають сили опору на валу приводного барабана, визначено із урахуванням передавального відношення базової машини та механічних передач привода канатної установки [4]. У дослідженні враховано також, що рекомендований діаметр барабана d_H дорівнює 15..20 діаметрів намотуваного каната d_K у разі застосування канатів типу типів ЛКР ГОСТ 2688 і ЛКО ГОСТ 3077 та запропоновано залежність для вибору діаметру намотування каната на приводний барабан:

$$15 \cdot d_K \leq d_H \leq \frac{2N_e \cdot u_{TP} \cdot u_{ПР} \cdot \eta_{TP} \cdot \eta_{ПР}}{S_{max} \cdot \omega_N}, \quad (2)$$

де ω_N –кутова швидкість вала двигуна за максимальної потужності; N_e – максимальна потужність двигуна колісного трактора; $u_{TP}, u_{ПР}$ – передавальні відношення трансмісії базової машини та приєднаного до неї привода канатної установки; $\eta_{TP}, \eta_{ПР}$ – ККД механічних передач трансмісії базової машини та привода канатної установки; S_{max} – максимальне зусилля у тягово-ванажопідіймальному канаті.

Виконано розрахунки та запропоновано залежності для вибору мінімального значення передавального відношення привода канатної лісотранспортної установки, яку приєднують до базового колісного трактора, а також максимального діаметра намотування каната на приводний барабан, за якого виконуватиметься умова (1). Отримано залежності для колісних тракторів із потужністю двигуна 60 кВт за умови, що мінімальний діаметр приводного барабана становить 15 діаметрів намотуваного каната. Розрахунки проведено у діапазоні значень передавального відношення привода $u_{ПР} \in [1;40]$ та значень вантажопідіймальності канатної установки Q від 8 кН до 64 кН. Наприклад, для канатної установки з вантажопідіймальністю Q=32 кН встановлено: за частоти обертання вала відбору потужності базового трактора

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

540 об/хв мінімальне передавальне відношення привода відповідно до залежності $u_{ПР} \geq 0,0031 \cdot Q^2 + 0,189 \cdot Q$ дорівнює 9, а діаметр намотування каната $d_H \leq 0,027 \cdot u_{ПР}$; за частоти обертання вала відбору потужності базового трактора 1000 об/хв мінімальне передавальне відношення привода відповідно до залежності $u_{ПР} \geq 0,0076 \cdot Q^2 + 0,2575 \cdot Q$ дорівнює 16, а діаметр намотування каната $d_H \leq 0,014 \cdot u_{ПР}$.

Висновки та пропозиції. Встановлено, що вантажопідіймальність 64 кН для мобільної канатної установки на базі трактора із потужністю 60 кВт може бути досягнута тільки за роботи валу відбору потужності з частотою обертання 540 об/хв, що значно зменшує експлуатаційні можливості установки. Тому монтаж і експлуатацію канатної установки такої вантажопідіймальності доцільно виконувати на базі тракторів вищого класу тяги з потужністю двигуна 120-130 кВт.

Список використаних джерел:

[1] Dzyuba L., Baryliak V. DYNAMICS OF ELECTROMECHANICAL DRIVE OF SUSPENDED TIMBERTRANSPORTING ROPE SYSTEM. *«Technical Sciences»*.19(3). *University of Warmia and Mazury in Olsztyn (Poland),* 2016, 245 – 256. https://sci.ldubgd.edu.ua/bitstream/123456789/3451/1/St2.pdf

[2] Lutyy Y., Barylyak V., Udovytskyy O. (2024). CALCULATION FEATURES OF VARIABLES PROCESS LOADS ACTING ON THE CABLE TIMBERTRANSPORTING PLANTS DRIVE. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 41, 29 - 39. https://doi.org/10.36930/

[3] Lutyy Y., Kuzio I., Barylyak V., Udovytskyi O. DYNAMICS OF THE TWO-DRUM ELECTROMECHANICAL DRIVE OF SUSPENDED TIMBERTRANSPORTING CABLE SYSTEM. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 2019, № 4. – 79-85. https://doi.org/10.29202/nvngu/2019-4/12

[4] Korzhov V.L., Kudra V.S., Kuzyk P.M., Tymzcuk B.Y., Kokots S.J., Pukm an V.V., Styranivsky Y.O. RECOMMENDATIONS FOR IMPROVING LOGGING TECHNOLOGY FOR DIFFERENT TYPES OF CUTTING IN THE MOUNTAIN FORESTS OF THE UKRAINIAN CARPATHIANS / - *Ivano-Frankivsk: Prosvita,* 2017. - 52 p. https://ukrrimf.org.ua/wp-content/uploads/2018/06/Rekomendatsiyi-tehnologiyi-lisozagotivli-tirazhuvannya-1.pdf

JUSTIFICATION OF DRIVE PARAMETERS OF MOBILE ROPE SYSTEMS BASED ON WHEELED TRACTORS FOR TIMBER TRANSPORTING

Lidiia Dziuba
Doctor of Technical sciences, Professor,
Professor of the Department of Applied Mathematics and Mechanics
Lviv State University of Life Safety, Ukraine
Vasyl Baryliak
Ph. D in Technical sciences,
Lecturer at the Department of Applied Mathematics and Mechanics
Lviv State University of Life Safety, Ukraine

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ABSTRACT

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.047

ПРОГНОЗУВАННЯ ЧАСУ БЕЗВІДМОВНОЇ РОБОТИ МЕХАНІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ЗА ШВИДКІСТЮ ЗНОШУВАННЯ

Дзюба Лідія Федорівна
д-р техн. наук, професор,
професор кафедри прикладної математики і механіки
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна

Чмир Оксана Юріївна
канд. фіз.-мат. наук, доцент,
доцент кафедри прикладної математики і механіки
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна

Постановка проблеми. Механічне обладнання, яке працює впродовж тривалого часу в умовах змінного навантаження, втрачає свою працездатність унаслідок зношування окремих деталей. Зношування окремих деталей та вузлів може відбуватися з різною інтенсивністю. Найбільш притаманним під час експлуатації механічного обладнання є зношування унаслідок протікання тривалих деградаційних процесів: втоми матеріалів, обумовленої циклічною дією навантаження, виникнення місцевих контактних напружень в кінематичних парах, випадкових перевантажень рухомих деталей обладнання під час пуску та зупинки тощо. Унаслідок протікання таких процесів утворюється лінійний знос деталей, що призводить до подальшої інтенсифікації зношування та виникнення відмов. Для забезпечення тривалої експлуатації механічного обладнання доцільно створити математичну модель часу безвідмовної його роботи. Така модель дозволить планувати технічне обслуговування у міжремонтний період або ж визначити напрацювання обладнання до ремонту.

Аналіз досліджень та публікацій. Безвідмовність механічного обладнання є основною компонентою такої його комплексної властивості, як надійність. Надійність механічного обладнання з урахуванням зношування оцінюють у роботі [3] процесом обмеженої інтенсивності відмов. Автори роботи розглядають механічні системи з частим технічним обслуговуванням, якими є верстати з числовим програмним керуванням. Показники надійності оцінено з використанням логарифмічно нормального розподілу напрацювання. Оцінку надійності у роботі [5] виконано для прогнозування терміну служби обладнання, у роботі [4] – для визначення часу технічного обслуговування. Дослідження з оцінки надійності механічного обладнання на основі аналізу процесу деградації виконано в роботі [2]. З огляду великої кількості цих та інших досліджень та публікацій висновуємо, що прогнозування часу безвідмовної

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

роботи механічного обладнання, яке експлуатують тривалий час, є актуальною і не вирішеною остаточно проблемою, зважаючи на деградаційні процеси в матеріалах.

Мета роботи – полягає в розробці моделі часу напрацювання на відмову механічного обладнання з урахуванням процесу зношування.

Виклад основного матеріалу. З урахуванням деградаційних процесів у деталях та вузлах механічного обладнання під час його роботи, змінювання вихідного параметра $x(t)$ в межах від x_0 до $x_{\max}$ за певний час експлуатації T можна подати схемою, яку показано на рис. 1. Вважаємо, що відмова обладнання виникає у моменти часу $t_1, t_2, ..., t_n$, коли вихідний параметр виходить за межі $x_{\max}$. Наприклад, величиною $x_{\max}$ може бути вихід розміру деталі, яку виготовлює верстат, за допустимі межі [1]. Відновлення обладнання після відмови не дає змоги досягти початкового значення параметра x_0, тому після відновлення значення параметра стає $x_p(t)$.

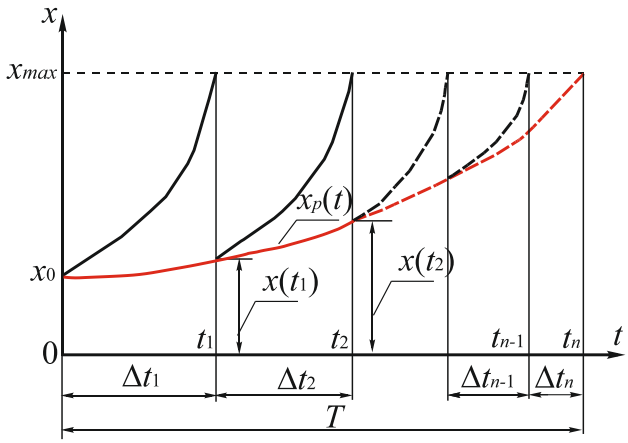


Рис. 1. Схема напрацювання на відмову механічного обладнання

Схемі напрацювання на відмову на рис. 1 відповідає лінійне диференціальне рівняння першого порядку [1].

$$x'_p(t) - \lambda x_p(t) = \lambda k(t - t_{n-1}), \quad (1)$$

де k – кутовий коефіцієнт, λ – коефіцієнт пропорційності, що характеризує швидкість зношування механічного обладнання за одиницю часу.

Диференціальне рівняння (1) розв'язано методом Бернуллі, коли невідому величину $x(t)$ подано у вигляді добутку двох функцій. Під час розв'язування диференціального рівняння використано метод відокремлення змінних та метод інтегрування частинами. Отримано аналітичну залежність для параметра $x_p(t)$

$$x_p(t) = -k\left(t - t_{n-1} + \frac{1}{\lambda}\right) + e^{\lambda(t-t_{n-1})}\left(x_p(t_{n-1}) + \frac{k}{\lambda}\right). \quad (2)$$

Після перетворення виразу (2) та подальшого логарифмування отримано

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

залежність для визначення тривалості проміжків напрацювання Δt_n на відмову механічного обладнання за відомої величини швидкість зношування

$$\Delta t_n = \frac{1}{\lambda}\left[-\ln\left(1-\frac{\lambda\cdot\Delta t_{n-1}}{1+\lambda\frac{x_{\max}}{k}}\right)\right]. \quad (3)$$

Висновки та пропозиції. Прогнозування часу напрацювання на відмову механічного обладнання є підґрунтям для розроблення відповідних графіків регулювання та ремонтів на виробництві.

Список використаних джерел:

[1] Dziuba L., Pylypchuk M., Chmyr O., Pavliuk R. (2025). MODEL OF PARAMETRIC RELIABILITY OF WOODWORKING MACHINE TOOLS. *Journal of Engineering Sciences (Ukraine)*, 12(1), A12–A19. https://doi.org/10.21272/jes.2025.12(1).a2
[2] Sung, S.I.; Yum, B.J. (2016). OPTIMAL DESIGN OF STEP-STRESS ACCELERATED DEGRADATION TESTS BASED ON THE WIENER DEGRADATION PROCESS. *Qual. Technol. Quant. Manag*, (13), 367–393. [CrossRef].
[3] https://doi.org/10.1080/16843703.2016.1189179
[4] Wang, Z.M.; Yang, J.G. (2012). BOUNDED INTENSITY PROCESS AND ITS APPLICATIONS IN RELIABILITY ASSESSMENT OF NC MACHINE TOOLS. *J. Shanghai Jiaotong Univ*., (46), 1623–1631.
[5] Wang, Z.M.; Yang, J.G.; Wang, G.Q.; Zhang, G.B. (2011). RELIABILITY ASSESSMENT OF MULTIPLE NC MACHINE TOOLS WITH MINIMAL REPAIR. *J. Harbin Inst. Technol*., (43), 127–130.
[6] Zhao, M.; Lin, J. (2017). HEALTH ASSESSMENT OF ROTATING MACHINERY USING A ROTARY ENCODER. *IEEE Trans. Ind. Electron*. [CrossRef], (65), 2548–2556. DOI:10.1109/tie.2017.2739689

FORECASTING THE UPTIME OF MECHANICAL EQUIPMENT BY THE WEAR RATE

Lidiia Dziuba
Doctor of Technical sciences, Professor,
Professor of the Department of Applied Mathematics and Mechanics
Lviv State University of Life Safety, Ukraine
Oksana Chmyr
Ph. D in physical and mathematical sciences, Associate professor,
Associate Professor of the Department of Applied Mathematics and Mechanics
Lviv State University of Life Safety, Ukraine

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ARTICLE

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.048

ОЦІНКА ПАРАМЕТРІВ НЕСТАЦІОНАРНИХ КОЛИВАНЬ ГУСЕНИЧНИХ МАШИН ПРИ ЇХ ПРИСКОРЕНИХ ВІБРОВИПРОБУВАННЯХ

НАУКОВО-ДОСЛІДНА ГРУПА:

Задорожний Андрій Олексійович
кандидат технічних наук, доцент,
доцент, кафедри бронетанкового озброєння та військової техніки
Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна

Човнюк Юрій Васильович
кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри фізичного виховання і спорту,
Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

Стаховський Олег Валерійович
доктор технічних наук, професор,
професор кафедри військової підготовки,
Національний Університет Оборони, Україна

Клімов Олексій Петрович
доктор філософії,
начальник кафедри бронетанкового озброєння та військової техніки,
Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», Україна

Васильєв Михайло Ілліч
кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри бронетанкового озброєння та військової техніки,
Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», Україна

Мартиненко Микола Михайлович
кандидат технічних наук,
старший викладач кафедри бронетанкового озброєння та військової техніки,
Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», Україна

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Лапченков Євген В'ячеславович
старший викладач кафедри бронетанкового озброєння та військової техніки,
Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», Україна

Анотація: *при випробуваннях гусеничних машин різного функціонального призначення методом коливання частоти вони зазнають суттєвого послідовного впливу вібрацій на усіх частотах заданого діапазону. Вибір режимів прискорених випробувань на вплив синусоїдальної вібрації при змінній частоті збудження вимагає визначення параметрів динамічних амплітудно-частотних характеристик (АЧХ) вказаних вище машин. Приведені розв'язки диференціального рівняння руху гусеничної машини при її кінематичному збудженні та результати теоретичного дослідження АЧХ механічних систем з однією ступінню вільності рухів при нестаціонарних коливаннях. Визначені параметри динамічних АЧХ у залежності від швидкості сканування частоти. За результатами обробки даних отримані емпіричні залежності для знаходження величини максимального відносного коефіцієнта передачі за прискоренням, коефіцієнта зміщення частоти максимуму динамічної АЧХ відносно частоти власних коливань, коефіцієнта розширення динамічної резонансної смуги, коефіцієнта зміщення середньої частоти АЧХ відносно частоти власних коливань при експоненціальному й лінійному законах сканування частоти.*

Ключові слова: *гусеничні машини, прискорені вібровипробування, синусоїдальна вібрація, нестаціонарні коливання, резонанс, амплітудно-частотні характеристики.*

Постановка проблеми. Вибір та оцінка параметрів нестаціонарних коливань машин (у т.ч. гусеничних) різноманітного функціонального призначення у процесах їх прискорених вібровипробувань є доволі складною теоретичною та практичною задачею. Зокрема, при проведенні вказаних прискорених випробувань гусеничних машин необхідно змінювати частоту вібрацій (тобто, у цьому випадку, частота вібровипробувань стає коливною). На об'єкт, який знаходиться в умовах прискорених вібровипробувань, суттєво впливають всі частоти заданого діапазону, котрі, у свою чергу, створюють послідовний вібраційний вплив. Вибір режимів таких випробувань нерозривно пов'язаний з визначенням цілої низки параметрів, зокрема, динамічних АЧХ гусеничних машин. Тому нагальною є проблема створення адекватної фізико-механічної та математичної моделей прискорених вібровипробувань машин вказаного вище класу. Саме обґрунтуванню й всебічному дослідженню таких моделей прискорених вібровипробувань і присвячена дана робота.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Проблемі оцінки параметрів нестаціонарних коливань механічних систем, машин і механізмів присвячена велика кількість робіт [1-7], які, зокрема, детально вивчають різноманітні характеристики вказаних об'єктів, а також прискіпливо аналізують різними методами [2-4] особливості вимушених коливань, особливості руху вібромашин, деформованих систем при проходженні через резонанс [3,5-7]. Однак, на думку авторів даного дослідження, проблемі оцінки параметрів нестаціонарних коливань гусеничних машин, які слід доволі точно визначати

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

при прискорених вібровипробуваннях, не приділено у сучасній науково-технічній літературі належної уваги. Автори даної роботи сподіваються, що вказані вище проблеми, будуть частково вирішені саме у цьому дослідженні.

Мета роботи. Метою цієї статті є обґрунтування фізико-механічної та математичної моделей, які дозволяють проводити оцінку параметрів нестаціонарних коливань гусеничних машин у процесах їх прискорених вібровипробувань, при проходженні через резонанс, визначати з високою точністю АЧХ.

Виклад основного матеріалу. Вибір режимів прискорених випробувань гусеничних машин, механізмів, встановлених на них, на вплив синусоїдальної вібрації при змінній частоті збудження вимагає визначення параметрів їх динамічних амплітудно-частотних характеристик (АХЧ). Подамо гусеничну машину як систему із зосередженими параметрами, тобто використаємо її дискретну модель, у якій лінійна механічна система з однією ступінню вільності руху складається з вантажу маси m на пружині жорсткості C й демпфера в'язкого тертя з коефіцієнтом демпфування μ.

Диференціальне рівняння руху вантажу при кінематичному збудженні (за рахунок руху основи, на яку спирається вантаж) має вид:

$$m \cdot \ddot{z} + \mu \cdot (\dot{z} - \dot{x}) + C \cdot (z - x) = 0, \quad (1)$$

де: z – абсолютне переміщення маси, x – переміщення основи.

Введемо у рівняння добротність механічної системи (гусеничної машини) Q, кутову частоту власних недемпфованих коливань системи (ω_0). Після виділення у ліву і праву частини залежних від x та z величин рівняння (1) приймає наступний вид:

$$\ddot{z} + \frac{\omega_0}{Q} \cdot \dot{z} + \omega_0^2 \cdot z = \omega_0^2 \cdot x + \frac{\omega_0}{Q} \cdot \dot{x}. \quad (2)$$

Перейдемо далі від рівняння переміщень до диференціального рівняння прискорень. Двічі диференціюючи по часу t ліву й праву частини рівняння (2), нехтуючи початковою фазою коливань й подаючи прискорення основи у комплексній формі:

$$j_x = A_{jx} \cdot \exp\{i \cdot \varphi(t)\}, \; i^2 = -1, \quad (3)$$

отримаємо рівняння:

$$\frac{d^2 j_z}{dt^2} + \frac{\omega_0}{Q} \cdot \frac{dj_z}{dt} + \omega_0^2 \cdot j_z = \omega_0 \cdot \left(\omega_0 + i \cdot \frac{\omega}{Q} \right) \cdot A_{jx} \cdot \exp\{i \cdot \varphi(t)\}, \quad (4)$$

де: j_z – прискорення маси. Частота збудження залежить від часу, а амплітуда прискорення основи постійна, тобто:

$$\omega = \dot{\varphi}(t), \; A_{jx} = const. \quad (5)$$

Із урахуванням початкових умов $j_z = \frac{dj_z}{dt} = 0$ при $t = 0$ матимемо абсолютне прискорення системи у наступному виді:

$$j_z = \frac{\omega_0}{\omega^*} \cdot \int_0^t \left\{ \omega_0 + i \cdot \frac{\omega(\tau)}{Q} \right\} \cdot A_{jx} \cdot \exp\left\{ \frac{\omega_0}{2 \cdot Q} \cdot (\tau - t) + i \cdot \varphi(\tau) \right\} \cdot \sin[\omega^* \cdot (t - \tau)] d\tau, \quad (6)$$

у котрому власна частота демпфованої системи:

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

$$\omega^* = \omega_0 \cdot \sqrt{1 - \frac{1}{4 \cdot Q^2}}. \quad (7)$$

Для визначення амплітуди абсолютного прискорення системи $A_{jz} = |j_z|$ за заданих прискорень основи A_{jx} в умовах нестаціонарних коливань знайдемо коефіцієнти передачі системи по прискоренню:

$$K_j = \frac{A_{jz}}{A_{jx}} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{1}{4 \cdot Q^2}}} \cdot \left| \int_0^t \left[\omega_0 + i \cdot \frac{\omega(\tau)}{Q} \right] \cdot \exp\left\{ \frac{\omega_0}{2 \cdot Q} \cdot (t - \tau) + i \cdot \varphi(\tau) \right\} \cdot \sin\left[\omega_0 \cdot \sqrt{1 - \frac{1}{4 \cdot Q^2}} \cdot (t - \tau) \right] d\tau \right|. \quad (8)$$

Знаючи дійсну (Re*I*) та уявну (Im*I*) частини інтегралу (8):

$$\mathrm{Re}\, I = \int_0^t \exp\left[\frac{\omega_0}{2 \cdot Q} \cdot (\tau - t) \right] \cdot \sin\left[\omega_0 \cdot \sqrt{1 - \frac{1}{4 \cdot Q^2}} \cdot (t - \tau) \right] \cdot \left\{ -\frac{\omega(\tau)}{Q} \cdot \sin\varphi(\tau) + \omega_0 \cdot \cos\varphi(\tau) \right\} d\tau, \quad (9)$$

$$\mathrm{Im}\, I = \int_0^t \exp\left[\frac{\omega_0}{2 \cdot Q} \cdot (\tau - t) \right] \cdot \sin\left[\omega_0 \cdot \sqrt{1 - \frac{1}{4Q^2}} \cdot (t - \tau) \right] \cdot \left\{ \frac{\omega(\tau)}{Q} \cdot \cos\varphi(\tau) + \omega_0 \cdot \sin\varphi(\tau) \right\} d\tau, \quad (10)$$

можна обчислити коефіцієнт передачі за прискоренням:

$$K_I = \frac{\sqrt{(\mathrm{Re}\, I)^2 + (\mathrm{Im}\, I)^2}}{\sqrt{1 - \frac{1}{4 \cdot Q^2}}}. \quad (11)$$

Для практики вібровипробування гусеничних машин найбільший інтерес представляють експоненціальний та лінійний закони сканування частоти збудження в інтервалі $f_н - f_в$ (тут $f_н$ – нижня, $f_в$ – верхня лінійна частота коливань, відповідно).

Введемо поняття приведеного числа коливань, яке будемо визначати як відношення числа збуджуючих коливань у резонансній смузі до добротності. Для експоненціального та лінійного законів сканування частоти відповідно розрахунок виконуємо за формулами:

$$n_{1Q} = \frac{\omega_0}{Q^2 \cdot \nu_{1\omega} \cdot \ln 2}, \quad n_{2Q} = \frac{\omega_0}{Q^2 \cdot \nu_{2\omega}}, \quad (12)$$

де: $\nu_{1\omega}, \nu_{2\omega}$ – *швидкість сканування частоти відповідно для експоненціального та лінійного законів сканування.*

Найважливішою характеристикою динамічних процесів при нестаціонарних коливаннях гусеничних машин є максимальне значення коефіцієнта передачі за прискоренням:

$$K_{j\max} = A_{jz\max} / A_{jx}. \quad (13)$$

Для отримання узагальненої залежності при різних добротностях Q зручно оперувати з відносним $K_{j\ відн.}$, котрий визначається як відношення

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

$K_{j\max}$ при нестаціонарних коливаннях до значення $K_j = Q$ при стаціонарних (усталених) коливаннях:

$$K_{j\ відн.} = K_{j\max} / Q. \quad (14)$$

Розрахунки на ПЕОМ проводились при різних значеннях n_Q й добротності $Q = 10,20,40,80,160$ для експоненціального закону сканування частоти й $Q = 10,20,40,80$ для лінійного закону. За результатами обробки даних отримані емпіричні залежності для знаходження величини максимального відносного коефіцієнта передачі за прискоренням, коефіцієнта зміщення частоти максимуму динамічної АЧХ відносно частоти власних коливань, коефіцієнта розширення динамічної резонансної смуги, коефіцієнта зміщення середньої частоти АЧХ відносно частоти власних коливань. На рис. 1 представлені АЧХ механічної системи (яка моделює гусеничну машину у межах системи із зосередженими параметрами) за лінійного закону сканування частоти.

Для реального резонатора (гусеничної машини) з добротністю $Q = 98,$ резонансною частотою $\omega_0 = 316,9$ Гц нестаціонарні коливання реєструвались на запам'ятовуючому осцилографі. Збудження резонатора здійснювали у діапазоні $f_B = (290 - 341)$ Гц. Швидкість сканування частоти встановлювали рівною $\nu_{2\omega} = 10,50,100$ Гц/с. При постійній амплітуді прискорення столу вібростенда 57 м/с^2 вимірювали максимальну амплітуду прискорення резонатора у відносних одиницях. Також визначали амплітуду прискорення за усталених резонансних коливань, коли $f_B = f_H = f_{res}$ й $\nu_{2\omega} = 0.$

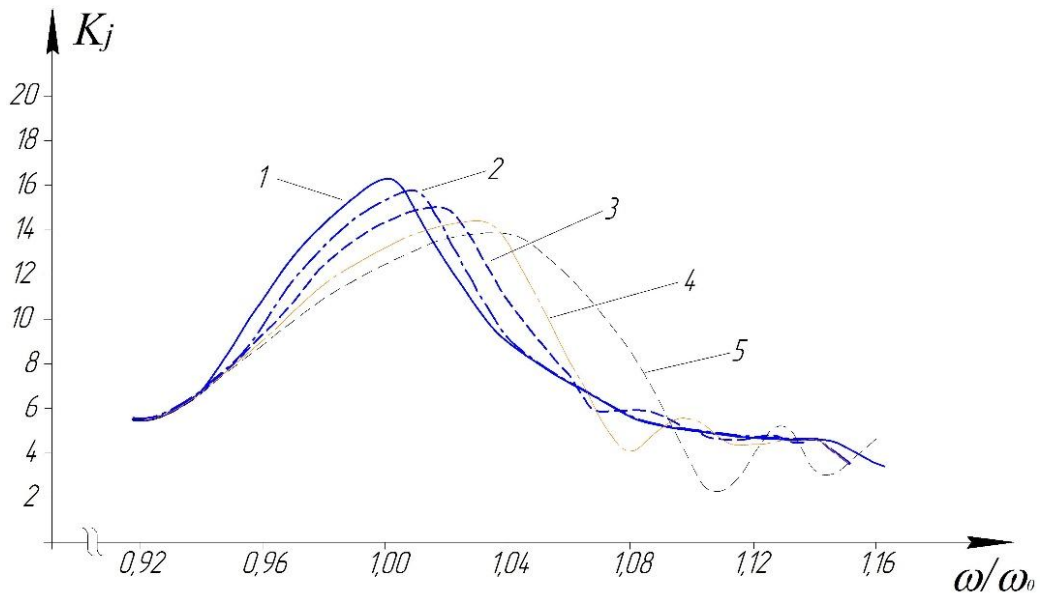


Рис. 1. АЧХ системи: 1 – стаціонарна АЧХ при усталених коливаннях; 2 – динамічна АЧХ при $n_{2Q} = 12,96$; 3 – при $n_{2Q} = 5,76$; 4 – при $n_{2Q} = 4,00$; 5- при $n_{2Q} = 2,56.$

На рис. 2 зображена осцилограма нестаціонарних коливань резонатора при швидкості сканування частоти $\nu_{2f} = 100$ Гц/с ($n_{2Q} = 1,31$).

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

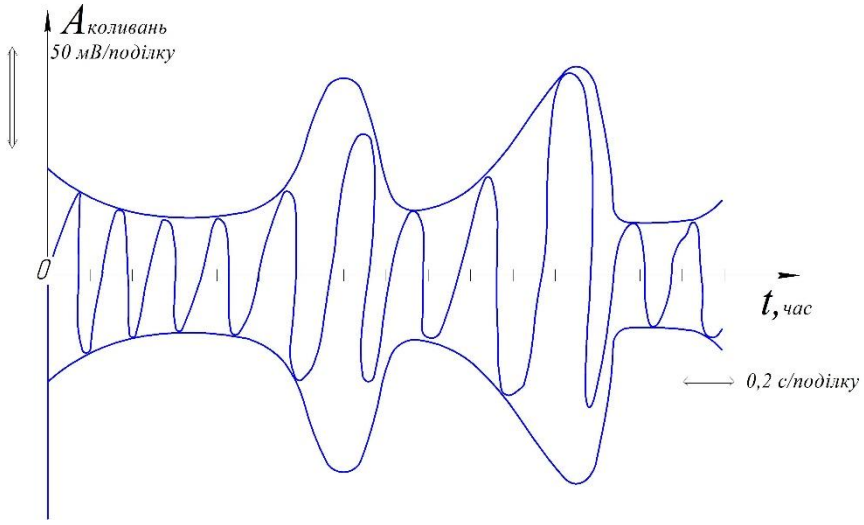


Рис. 2. Ескіз осцилограми нестаціонарних коливань резонатора гусеничної машини при швидкості сканування частоти
$\nu_{2f} = 100$ Гц/с = $\nu_{2\omega} = 628$ рад/с ($n_{2Q} = 1{,}31$).

Слід зазначити, що експериментальні дані з прийнятною ступінню відповідності підтверджують теоретичні результати, а також ті, що наведені у роботах [8-10].

Висновки та пропозиції.

1. У роботі обґрунтована методика випробувань гусеничних машин (та їх елементів) методом коливання частоти, при використанні котрого вказані механічні системи знаходяться під впливом вібрацій на всіх частотах заданого діапазону.

2. Визначені основні параметри динамічних амплітудно-частотних характеристик (АЧХ) механічних систем при виборі режимів їх прискорених випробувань на вплив синусоїдальної вібрації за змінної частоти збудження.

3. Наведені розв'язки модельного диференціального рівняння руху механічної системи, яка моделює гусеничну машину (або її конструктивний елемент), при кінематичному збудженні й результати експериментально-теоретичного дослідження АЧХ вказаних систем при їх нестаціонарних коливаннях.

4. Визначені параметри динамічних АЧХ у залежності від швидкості сканування частоти.

5. За результатами обробки даних отримані емпіричні залежності для знаходження величини максимального відносного коефіцієнта передачі по прискоренню, коефіцієнта зміщення частоти максимуму динамічної АЧХ відносно частоти власних коливань, коефіцієнта розширення частоти максимуму динамічної АЧХ відносно частоти власних коливань, коефіцієнта розширення динамічної резонансної смуги, коефіцієнта зміщення середньої частоти АЧХ відносно частоти власних коливань при експоненціальному й лінійному законах сканування частоти.

6. Отримані у роботі результати можуть бути у подальшому використані для уточнення й вдосконалення існуючих інженерних методів оцінки

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

параметрів нестаціонарних коливань гусеничних машин та їх конструктивних елементів, інших механічних систем у процесах їх прискорених вібровипробувань як на стадіях моделювання/конструювання, так і у режимах реальної експлуатації.

Список використаних джерел:

[1] Павловський, М. А. (2002). Теоретична механіка: Підручник. Київ: Техніка.
[2] Lewis, F. M. (1932). Vibration during acceleration through a critical speed. Transactions of the ASME, 54 (23), 253.
[3] Бабенко, А. Є., Боронко, О. О., Лавренко, Я. І., & Трубачев, С. І. (2020). Коливання неконсервативних механічних систем: Монографія. Київ: Нац. техн. ун-т України «КПІ імені Ігоря Сікорського».
[4] Василенко, М. В., & Алексейчук, О. М. (2004). Теорія коливань і стійкості руху: Підручник. Київ: Вища школа.
[5] Філіпов, А. П., & Голоскоков, Є. Г. (1966). Нестаціонарні коливання механічних систем. Київ: Наукова думка.
[6] Філіпов, А. П., & Голоскоков, Є. Г. (1977). Нестаціонарні коливання систем, що деформуються. Київ: Наукова думка.
[7] Назаренко, І. І., & Кобижський, М. Г. (2010). Дослідження руху вібромашин при проходженні через резонанс. Техніка будівництва, (25), 20–23. Київ: КНУБА.
[8] Вознюк, Л. Ф., Іщенко, В. В., & Михайлович, Я. М. (1994). Технічне обслуговування і діагностування сільськогосподарських машин. Київ: Урожай.
[9] Рудь, Ю. С., Радченко, І. С., Кузьміч, С. М., & Білоножко, В. Ю. (2002). Теорія коливань: Навч. посіб. для вищ. навч. закл. Кривий Ріг: Мінерал.
[10] Шидловський, М. С., Боронко, О. О., & Шпак, Д. Ю. (2014). Методи досліджень механічних властивостей матеріалів та виробів динамічними методами: Практичний посібник для студентів напряму підготовки 6.050501 "Прикладна механіка". Київ: НТУУ "КПІ".

EVALUATION OF THE PARAMETERS OF UNSTATIONARY VIBRATION OF TRACKED MACHINES DURING THEIR ACCELERATED VIBRATION TESTS

SCIENTIFIC RESEARCH GROUP:
Andriy Zadorozhnyi
candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor, department of armored weapons and military equipment
Military Institute of Tank Troops of the National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Ukraine
Yuriy Chovnyuk
candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor, department of physical education and sports
Kyiv National University of Construction and Architecture, Ukraine
Oleg Stakhovsky
doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the department of military training
National Defense University, Ukraine

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Oleksii Klimov
PhD.
Head the Armored weapons and military equipment department
Military Institute of Tank Troops of National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Ukraine
Mykhailo Vasyliev
candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor, department of armored weapons and military equipment
Military Institute of Tank Troops of the National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Ukraine
Mykola Martynenko
candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer, department of armored weapons and military equipment
Military Institute of Tank Troops of the National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Ukraine
Yevhen Lapchenkov
candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer, department of armored weapons and military equipment
Military Institute of Tank Troops of the National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Ukraine

Summary. *When testing crawler machines of various functional purposes by the frequency oscillation method, they are subjected to a significant sequential effect of vibrations at all frequencies of a given range. The choice of accelerated test modes for the effect of sinusoidal vibration at a variable excitation frequency requires the determination of the parameters of the dynamic amplitude-frequency characteristics (AFR) of the above machines. The solutions of the differential equation of motion of a crawler machine during its kinematic excitation and the results of a theoretical study of the AFR of mechanical systems with one degree of freedom of movements during non-stationary oscillations are given. The parameters of the dynamic AFR depending on the frequency scanning speed are determined. According to the results of data processing, empirical relationships were obtained for finding the value of the maximum relative transmission coefficient by acceleration, the coefficient of displacement of the frequency of the maximum of the dynamic frequency response relative to the frequency of natural oscillations, the coefficient of expansion of the dynamic resonance band, the coefficient of displacement of the average frequency of the frequency response relative to the frequency of natural oscillations with exponential and linear frequency scanning laws.*

Keywords: *tracked vehicles, accelerated vibration tests, sinusoidal vibration, non-stationary oscillations, resonance, amplitude-frequency characteristics.*

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ARTICLE

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.049

РЕАЛІЗАЦІЯ СПОЛУЧЕННЯ ПАРИ КОНІЧНИХ ПРОФІЛЬНИХ ДЕТАЛЕЙ З РІВНОВІСНИМ КОНТУРОМ

Вірич Світлана Олександрівна
канд. техн. наук, доцент,
доцент кафедри прикладної механіки
Донецький національний технічний університет, Україна

Середа Дмитро Юрійович
магістр кафедри прикладної механіки
Донецький національний технічний університет, Україна

Анотація. *Дослідження в області розрахунку точності та жорсткості при конструюванні конічних нерухомих роз'ємних з трьома гранями (РК-3) профільних з'єднань не проводилися повною мірою, а відомі з теорії пружності розв'язання подібних завдань при врахуванні похибки форми деталей з'єднання не можуть бути безпосередньо використані в випадку зменшення довжини посадкової поверхні. В роботі досліджуються початкові умови для реалізації поєднання деталей конічного профільного з'єднання.*
Ключові слова: *профільне з'єднання, рухомі сполуки, геометричний контакт, похибка*

Аналіз досліджень та публікацій. У вітчизняному та зарубіжному машинобудуванні найчастіше застосовуються такі профільні з'єднання: з трьома гранями (РК-3), з трьома зрізаними ($РК_с$-3), з чотирма зрізаними ($К_с$-4) та з п'ятьма гранями (РК-5) та з п'ятьма зрізаними ($РК_с$-5).

Застосування профільних з'єднань у різних вузлах механізмів і машин, показує, що найбільш затребуваними є РК-3 профільні з'єднання, які застосовують, як правило, в нерухомих роз'ємних і нероз'ємні з'єднання деталей машин для передачі крутного моменту. У рухомих сполуках найкращими є $РК_с$-3 і $К_с$-4 з'єднання. Як випливає з роботи [1, 2], $РК_С$-3 та $К_С$-4 успішно застосовують у рухомих з'єднаннях при великих моментах обертання.

Мета роботи. Реалізацію поєднання деталей конічного профільного з'єднання зробимо на підставі методу чисельного інтегрування рівнянь руху, для цього потрібно проаналізуємо початкові умови.

Виклад основного матеріалу. У початковий момент часу геометричний контакт поверхонь з урахуванням похибки положення, а саме: початкових зсувів та поворотів конічного валу (рухлива система координат) щодо отвору у втулці (нерухома система координат) відсутня (рисунок 1).

Початкові умови положення валу визначаються x_{0C}, y_{0C}, z_{0C}, φ_{0X}, φ_{0Y} та задаються як вихідні дані. Початкове відхилення z_{0C} визначається з урахуванням решти п'яти відхилень.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Початкова координата z_{0C}, на відміну від поточної z_C, дорівнює верхній оцінці поздовжнього зміщення валу вздовж осі Z-z_{0C}=S_0.

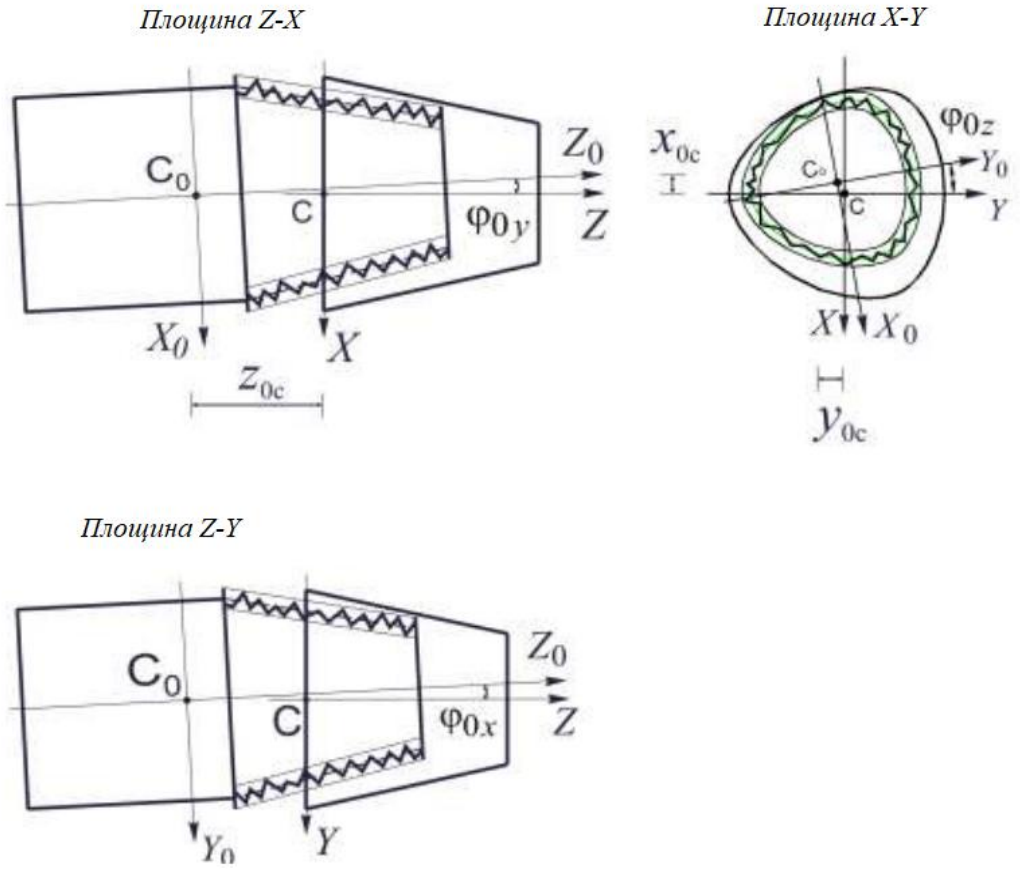


Рис. 1 Початкове взаємне положення деталей конічного РК-3 профільного з'єднання

При поздовжньому зміщенні, алгебраїчно більшому або рівному S_0, прийнято, що в жодній точці поверхні немає геометричного контакту поверхні конуса валу з поверхнею отвору конуса. Для визначення S_0 використовується рівняння (1) , якщо кут ухилу конуса для валу більший за кут ухилу конуса для отвору, або використовується рівняння [2]:

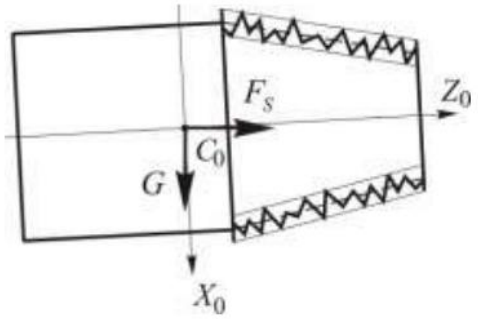
$$S_0 = L_0 \frac{R_0 - R_в - |x_{0c}| - |y_{0c}| - \frac{L_в}{2}(|\varphi_{0x}| - |\varphi_{0y}|)}{R_0 - r_0} + Z_c\,, \qquad (1)$$

$$S_0 = L_0 \frac{R_0 - r_в - |x_{0c}| - |y_{0c}| - \frac{L_в}{2}(|\varphi_{0x}| - |\varphi_{0y}|)}{R_0 - r_0} - L_в + Z_c\,, \qquad (2)$$

У деяких випадках при імітації, коли похибка форми валу є значною в порівнянні з величинами початкових зсувів валу і кутів повороту, величину алгебри початкового зміщення S_0 збільшують на величину σ·(15sin(α)), де α - кут ухилу конуса для отвору; 15 - експериментально підібраний поправний коефіцієнт.

Вважається, що до валу прикладено сили закріплення *Fs* та сили тяжіння *G* (рисунок 2). У вихідному положенні перед початком всі вектори набувають відповідних значень:

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License



$$
\begin{aligned}
z_c &= z_{0c}, & \varphi_z &= \varphi_{0z}, \\
x_c &= x_{0c}, & \varphi_x &= \varphi_{0x}, \\
y_c &= y_{0c}, & \varphi_y &= \varphi_{0y}, \\
v_{z_c} &= 0, & \omega_z &= 0, \\
v_{x_c} &= 0, & \omega_x &= 0, \\
v_{y_c} &= 0, & \omega_y &= 0.
\end{aligned}
\qquad (3)
$$

Рис. 2- Положення сил закріплення Fs та сили тяжіння G та початкові вектори

Якщо координати точок поверхні конічного РК-3 профільного валу в рухомій системі координат і його положення в просторі в будь-який момент часу з урахуванням початкових умов, проводиться розрахунок координат поверхні валу в системі координат отвору.

З метою визначення координат точок поверхні валу в системі координат отвору (рисунок 3) вводяться оператори повороту 3-х мірних векторів щодо осей Z, X, Y (поворот здійснюється із системи координат валу в систему координат отвору на кути φ_Z, φ_X, φ_Y – $Rl(\bar{\varphi}, \bar{A}) = (RtZ, RtX, RtY)$.

Для переходу з системи координат отвору в систему координат валу вводяться оператори зворотних поворотів [3]:

$$R_V(\bar{\varphi}, \bar{A}) = (R_{Vy}, R_{Vx}, R_{Vz})$$

Тривимірний вектор кутів повороту має вигляд:

$$\varphi=(\varphi_Z,\varphi_X,\varphi_Y).$$

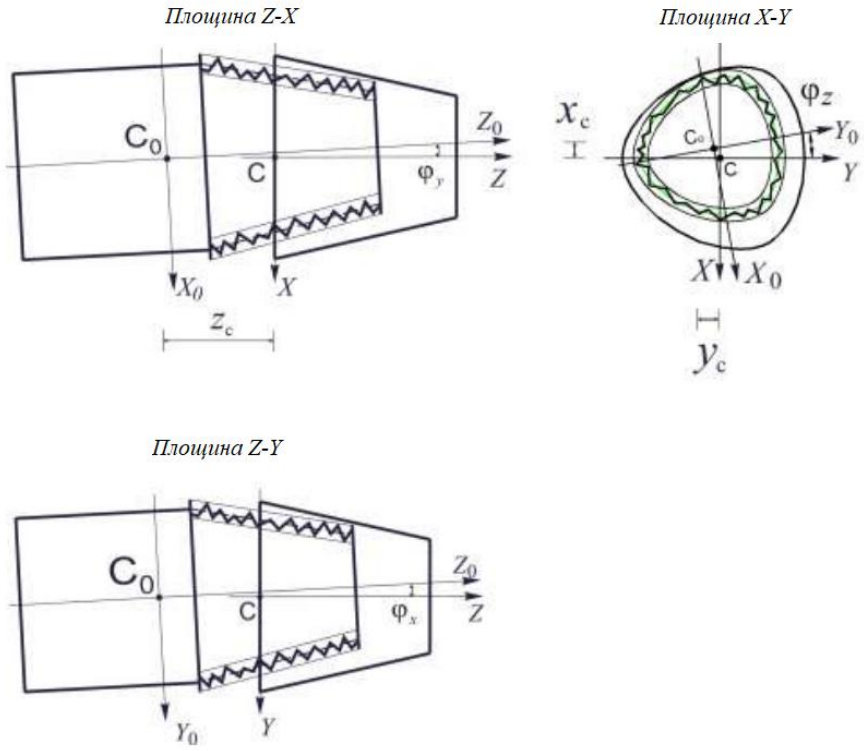


Рис. 3 Поточне взаємне положення деталей конічного РК-3 профільного з'єднання

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Зазначені оператори роблять поворот лише щодо однієї осі. Як відомо, оператори здатні здійснювати поворот будь-якого 3-мірного вектора, наприклад: вектора координат $s = (z, x, y)$, швидкостей $v = (v_z, v_x, v_y)$, прискорень $a = (a_z, a_x, a_y)$ і сил $F = (Fz, Fx, Fy)$.

Таким чином, як вказується в роботах [2, 3], при відомих кутах повороту осей конуса валу φ_z, φ_x, φ_y та координатах точок поверхні конуса валу z_0, x_0, y_0 у системі координат валу, можна визначити їх координати z, x, y в системі координат отвору, роблячи послідовний поворот координат за допомогою операторів повороту $R_t(\bar{\varphi}, \bar{A}) = (Rt_Z, Rt_X, Rt_Y)$, та враховуючи усунення центру мас валу за трьома координатами $s_C = (z_C, x_C, y_C)$.

Враховуючи вище сказане, координати точок поверхні конуса валу в системі координат отвору з урахуванням поворотів та зсувів центру мас валу визначаються з виразу:

$$(z_{mn}, x_{mn}, y_{mn}) = R_t(\bar{\varphi}, z_{0mn}, x_{0mn}, y_{0mn}) + (z_c, x_c, y_c). \quad (4)$$

Висновки та пропозиції. На основі цих рівнянь виконується подальше моделювання процесу сполучення з використанням методу чисельного інтегрування рівнянь руху.

Список використаних джерел:

[1] DIN 32711-79. Antriebselemente Polygonprofile P3G. - Berlin: Beuth. - 3 s.
[2] Musyl R. (1995). Die kinematische Entwicklung der Polygonkurve aus dem K-Profil. Maschinenbau und Wärmeirtschaft. Wien: Springer Verlag,(N.2), 33 – 36.
[3] Frank A. Die Norm (1998). Polygonverbindungen P3G und P4C - Geometrische Grundlagen, Funktionsverhalten und Fertigung. Welle-Nabe-Verbindungen: Systemkomponenten im Wandel. - Düsseldorf: VDI-Verlag,. 105 – 120

IMPLEMENTATION OF THE JOINT OF A PAIR OF CONICAL PROFILE PARTS WITH AN EQUILIBRIUM CONTOUR

Svitlana Virych
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Applied Mechanics
Donetsk National Technical University, Ukraine
Dmytro Sereda
Master of the Department of Applied Mechanics
Donetsk National Technical University, Ukraine

Summary. *Research in the field of calculating accuracy and rigidity when designing conical fixed detachable with three faces (RK-3) profile connections has not been carried out in full, and the solutions of such problems known from the theory of elasticity when taking into account the error in the shape of the connection parts cannot be directly used in the case of reducing the length of the landing surface. The paper investigates the initial conditions for the implementation of the combination of parts of a conical profile connection.*
Keywords: *profile connection, movable joints, geometric contact, error*

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ABSTRACT

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.050

STUDY OF A HYBRID MOBILE MANIPULATING ROBOT CONTROL SYSTEM BASED ON MACHINE VISION AND SENSOR NETWORKS IN INDUSTRY 5.0 PRODUCTION SCENARIOS

Igor Nevliudov
Doctor of Engineering Science, Professor,
Head of Department of Computer-Integrated Technologies, Automation and Robotics
Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine

Vladyslav Yevsieiev
Doctor of Engineering Science, Professor,
Professor of Department of Computer-Integrated Technologies, Automation and Robotics
Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine

Elgun Jabrayilzade
Ph.D. student Department of Computer-Integrated Technologies, Automation and Robotics
Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine

In the current conditions of transition to the Industry 5.0 paradigm, the key task is to ensure effective and safe interaction between humans and robots in a shared production environment. Mobile manipulator robots perform complex operations in a dynamically changing environment where numerous factors influence the control system's decisions: people's movement trajectories, the presence of obstacles, changes in the location of objects, etc. Traditional control systems based solely on sensor data or machine vision have limitations in response speed and recognition accuracy. The use of a hybrid control system that combines machine vision and sensor networks makes it possible to improve the accuracy of situation assessment, decision-making speed, and the safety of interaction with the operator.

In the context of mobile manipulator robots, a hybrid control system is understood as an integrated architecture that combines several methods of data perception and analysis to form control actions. In our case, hybridity consists in the simultaneous use of machine vision to determine the spatial location of objects, recognize operator gestures, and detect dynamic obstacles, and sensor networks to

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

monitor distance, speed, position, tilt angle, grip force, and other physical parameters in real time. Combining these data sources into a single control model provides both a global understanding of the working environment and local high-precision adaptation of movements. A comparative analysis of the hybrid control system with existing systems is presented in Table 1.

Table 1

Comparative analysis of a hybrid control system with existing systems

Comparison criteria	Systems based only on machine vision	Systems based only on sensor networks	Hybrid control system
Accuracy of object detection	High in good lighting conditions, decreases in difficult conditions	Average, depends on the number of sensors	Very high, thanks to the combination of data sources
Resistance to interference	Poor in dust, fog, poor lighting	Average, problems with magnetic/electrical interference	High, data is mutually complementary
Response speed	Average, depends on computing power	High, processing of smaller amounts of data	High, thanks to data flow optimization
Cost of implementation	Relatively low (1-2 cameras)	Average or high (many sensors)	Higher than single systems, but justified by functionality
Flexibility of configuration	Average, limited by vision algorithms	High, easy to add/change sensors	Very high, both subsystems can be scaled
Safety of interaction with humans	Limited, depends on recognition algorithms	Average, possible error during rapid movements	High, thanks to multi-channel control
Adaptability to the environment	Average	High under certain conditions	Maximum, due to the combination of advantages

Advantages of the hybrid system: increased accuracy and speed of decision-making; ability to operate in difficult conditions (changes in lighting, noise, dust); enhanced situational awareness; increased level of safety in human-machine interaction.

Disadvantages of the hybrid system: higher implementation cost due to the need to integrate several technologies; complexity of configuration and synchronization of data from different sources; increased requirements for computing resources.

Conclusions: The study shows that a hybrid control system for a mobile manipulator robot based on machine vision and sensor networks is a promising direction for the development of robotics in Industry 5.0. It provides a high level of

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

adaptability, accuracy, and safety when interacting with humans, which is especially important for collaborative scenarios. A comparative analysis confirms that, despite the increased cost and complexity of integration, such systems significantly outperform classical approaches, ensuring effective functioning in dynamic production environments. Further research should focus on optimizing data fusion algorithms, reducing decision-making delays, and lowering the energy consumption of computing modules.

References:

[1] Wang, H., Shi, Z., Zhu, C., Qiao, Y., Zhang, C., Yang, F., ... & Xuan, D. (2025). Integrating Learning-Based Manipulation and Physics-Based Locomotion for Whole-Body Badminton Robot Control. arXiv preprint arXiv:2504.17771. https://doi.org/10.48550/arXiv.2504.17771

[2] Waga, A., Benhlima, S., Bekri, A., & Abdouni, J. (2025). A novel approach for end-to-end navigation for real mobile robots using a deep hybrid model. Intelligent Service Robotics, 18(1), 75-95. https://doi.org/10.1007/s11370-024-00569-8

[3] Attar, H., Abu-Jassar, A. T., Yevsieiev, V., Lyashenko, V., Nevliudov, I., & Luhach, A. K. (2022). Zoomorphic mobile robot development for vertical movement based on the geometrical family caterpillar. *Computational intelligence and neuroscience*, 2022(1), 3046116. https://doi.org/10.1155/2022/3046116

[4] Nevliudov, I., Yevsieiev, V., Maksymova, S., Demska, N., Kolesnyk, K., & Miliutina, O. (2022, September). Object Recognition for a Humanoid Robot Based on a Microcontroller. In 2022 IEEE XVIII International Conference on the Perspective Technologies and Methods in MEMS Design (MEMSTECH) (pp. 61-64). IEEE. https://doi.org/10.1109/MEMSTECH55132.2022.10002906

[5] Nevliudov, I., Yevsieiev, V., Maksymova, S., Gopejenko, V., & Kosenko, V. (2025). DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL SUPPORT FOR ADAPTIVE CONTROL FOR THE INTELLIGENT GRIPPER OF THE COLLABORATIVE ROBOT MANIPULATOR. *Advanced Information Systems*, 9(3), 57-65. https://doi.org/10.20998/2522-9052.2025.3.07

[6] Maksymova, S., Yevsieiev, V., Chala, O., & Ababneh, J. (2025). DECISION-MAKING MODEL FOR CONTROLLING A COLLABORATIVE ROBOT-MANIPULATOR BASED ON THE SENSOR FUSION METHOD AND THE RULES OF RULE-BASED SYSTEMS. *Multidisciplinary Journal of Science and Technology*, 5(6), 526-538.

[7] Yevsieiev, V., Hamdan, M., Maksymova, S., & Abu-Jassar, A. (2025). A human-centric approach to control collaborative robots within Industry 5.0. *Multidisciplinary Journal of Science and Technology*, 5(5), 351-361.

[8] Nevliudov I. Sh. Mathematical Model of Block Process Planning in Systems of Allocation of Task Between Peopleand Collaborative Robots in the Framework of Industries 5.0 / I. Sh. Nevliudov, V. V. Yevsieiev, D. V. Gurin // *Visnyk of Kherson National Technical University*. – 2025. - Vol. 1, № 1(92). - P. 157-163. https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2025.1.1.20

ДОСЛІДЖЕННЯ ГІБРИДНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ МОБІЛЬНИМ МАНІПУЛЯЦІЙНИМ РОБОТОМ НА БАЗІ МАШИННОГО ЗОРУ ТА СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ У ВИРОБНИЧИХ СЦЕНАРІЯХ INDUSTRY 5.0

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Невлюдов Ігор Шакирович
доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки
Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна
Євсєєв Владислав В'ячеславович
доктор технічних наук, професор,
професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки
Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна
Джабрайілзаде Ельгун Аяз огли
аспірант кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки
Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ARTICLE

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.051

ENVIRONMENTAL RISK ASSESSMENT OF NANOMATERIALS IN MILITARY APPLICATIONS

Rzayev Shanlik Kamalpasha
National Defense Universitety, Baku, Azerbaijan

Hashimov Elshan Giyas
ScD in national security and military sciences
Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan

Summary: *Nanomaterials, with their unique physicochemical properties, are increasingly integrated into advanced military systems including protective coatings, fuels, explosives, and sensor technologies. While they enhance operational effectiveness, their release into the environment during production, deployment, or combat poses complex ecological risks. This paper examines environmental pathways of nanomaterials in air, soil, and water under military conditions, highlighting their transformation processes, bioaccumulation potential, and ecotoxicological effects. Methodological approaches to environmental risk assessment (ERA) are reviewed with emphasis on the inadequacy of conventional chemical frameworks in conflict zones. Case studies demonstrate the dissemination of nano-Al_2O_3, CuO nanoparticles, and carbon nanotubes, underscoring their long-term environmental persistence. The article further analyzes international regulatory frameworks (OECD, REACH, ISO, TSCA) and their applicability to dual-use materials. Future perspectives stress the need for life cycle assessment, field-adapted monitoring tools, and international cooperation to ensure a balance between military innovation and ecological security.*

Keywords: *Nanomaterials; military applications; environmental risk assessment; ecotoxicology; nano-Al_2O_3; carbon nanotubes; CuO nanoparticles; environmental security; life cycle assessment; regulatory frameworks*

1. Introduction

Nanomaterials (NMs), defined as materials with at least one structural dimension below 100 nanometers, have become a cornerstone of technological innovation in the 21st century. Their exceptional physicochemical properties-high specific surface area enhanced catalytic reactivity, tunable optical behavior, and quantum effects-have enabled revolutionary applications in electronics, medicine, energy systems, environmental remediation, and advanced defense technologies. The global nanomaterials market is projected to exceed several hundred billion USD by the 2030s, driven not only by civilian industries but also by intensive integration into modern military systems.

In the defense sector, NMs are increasingly used in lightweight ballistic armor, adaptive camouflage coatings, high-efficiency energy storage for unmanned platforms, nanostructured explosives with controlled detonation properties, and sensitive nanosensors for detecting chemical, biological, radiological, and nuclear (CBRN)

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

threats. Their incorporation into stealth technologies and smart coatings enhances survivability in combat, while nanostructured catalysts improve propulsion and energy efficiency in military vehicles and aircraft. However, the same features that provide operational advantages also create unique ecological risks, particularly when NMs are released into the environment during manufacturing, field deployment, live-fire training exercises, or as a result of combat damage to military assets.

Environmental exposure to NMs in military contexts may occur through multiple pathways. During live-fire training at military ranges, nanoparticle-containing propellants, explosives, or coatings can disperse into the atmosphere and deposit onto surrounding soil and water bodies. Battlefield scenarios involving the destruction of NM-coated vehicles or infrastructure can result in large-scale release of airborne nanoparticles, while maintenance and disposal of NM-containing equipment can lead to contamination of wastewater systems. These nanoparticles may undergo aggregation, sedimentation, or chemical transformation (e.g., oxidation, dissolution), influencing their persistence, transport, and toxicity in environmental media.

Current environmental risk assessment (ERA) frameworks-originally designed for bulk chemicals-are often inadequate for capturing the complex behavior of NMs, especially in high-stress operational environments such as conflict zones or military testing facilities. Factors such as particle size distribution, surface functionalization, and interaction with environmental matrices must be considered, yet standardized protocols for these assessments remain under development. Furthermore, data on long-term environmental fate and bioaccumulation of NMs released during military activities are limited, creating significant uncertainty for regulatory decision-making.

This paper aims: to examine the environmental pathways and transformation mechanisms of nanomaterials with an emphasis on military applications; to review existing methodological approaches for their risk assessment; to analyze case studies highlighting both civilian and defense-related environmental impacts; to provide recommendations for integrating nanomaterial-specific parameters into future ERA frameworks to ensure operational effectiveness without compromising environmental security.

As illustrated in Figure 1, the environmental risk assessment of nanomaterials follows a sequential pathway: identification of sources and uses, release through various pathways, transport within environmental media, transformation processes, exposure scenarios for living organisms, assessment of ecological and health effects, structured ERA processes, and finally, the implementation of risk management and mitigation measures. This framework serves as a logical foundation for the subsequent sections of this paper.

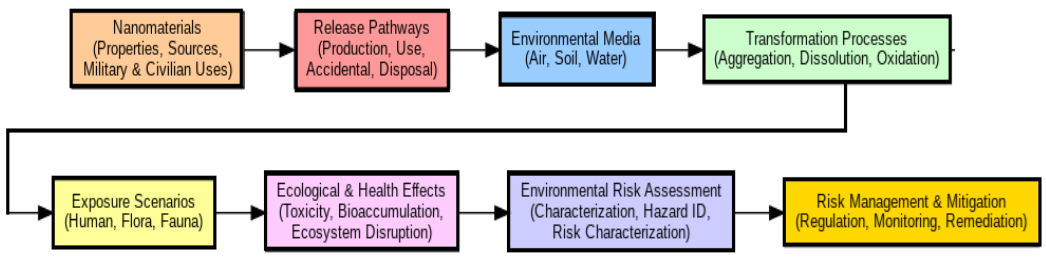


Fig. 1. Conceptual framework for environmental risk assessment of nanomaterials in civilian and military contexts

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

2. Nanomaterials and their environmental pathways

The pathways of nanomaterials' dissemination in the environment may be formed at all stages of their life cycle – production, application, operation, disposal, and accidental releases. While in civilian industrial processes these releases usually occur under controlled conditions, in the military context the higher intensity, sudden occurrence, and the presence of multi-component pollution sources make the process far more complex.

The atmosphere is considered the most dynamic pathway of nanomaterials dissemination. For instance, during the combustion of nanostructured propellants and explosives at military training ranges, the generated particles rise into the atmosphere and can be transported over long distances by wind. Likewise, the abrasion of nanocomposite coatings on armored vehicles, or their damage during combat, may increase the content of nano-sized materials in airborne dust. These particles can remain suspended in the air for extended periods, posing inhalation risks to both soldiers and nearby civilian populations, before eventually depositing into soil and aquatic environments.

The soil environment serves as a crucial ecological reservoir where nanomaterials are retained for longer periods and undergo transformation processes. Nanoparticles settling from the atmosphere or directly deposited wastes interact with organic matter and minerals in soil. At military ranges, such contamination sources include residues from explosions, fragments composed of nanostructured metals, as well as particles released from corroded underground munitions. Processes such as aggregation or surface modification in soil can alter their potential for plant uptake and their migration rate into groundwater.

The aquatic environment represents another critical stage, where nanomaterials enter both through surface runoff and direct discharges, enabling their rapid dispersion within ecosystems. In naval bases, the washing of nanoparticle-based antifouling paints releases CuO and other metal oxide particles into marine waters. Rainfall and snowmelt from training sites can transport soil-accumulated particles into rivers and lakes, creating risks of bioaccumulation in aquatic organisms. Within water bodies, particles either remain in suspension or settle into sediments, influencing the life cycles of benthic species.

In all these environments, nanomaterials never remain stable in their initial form. They undergo physical transformations-aggregation, sedimentation, fragmentation-as well as chemical changes-oxidation, dissolution, and adsorption of organic molecules. Extreme temperatures, blast waves, and the coexistence of multiple pollutants during military operations can accelerate these transformations, making their ecological behavior significantly different from that observed under civilian conditions.

In conclusion, the dissemination of nanomaterials in the environment is a multi-stage and dynamic process. Its in-depth scientific investigation, particularly in the military context, is a crucial prerequisite for the reliability of risk assessment and the effectiveness of ecological safety strategies.

The integrated pathways and transformation processes of nanomaterials in environmental systems, particularly under military conditions, are summarized in Figure 2.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

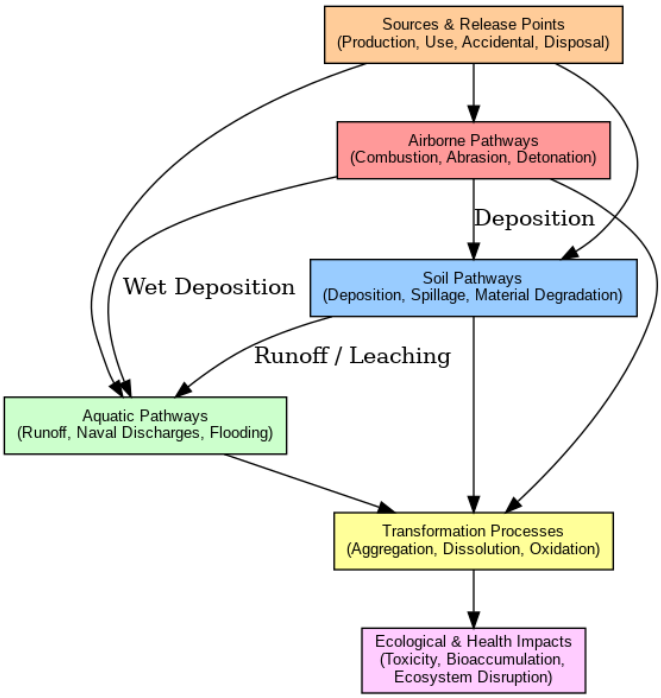


Fig. 2. Environmental pathways and transformation processes of nanomaterials in air, soil, and water under civilian and military contexts

3. Methodological approaches to environmental risk assessment of nanomaterials

The ERA of nanomaterials requires the integration of traditional ecotoxicological methods with nano-specific characteristics. Parameters such as particle size, surface chemistry, degree of aggregation, surface functionalization, and unique reactivity must be considered. In military contexts, these assessments must additionally consider extreme environmental factors, sudden high-load releases, and complex chemical mixtures present under operational conditions (Table 1, Figure 3).

The starting point of risk assessment is precise physicochemical characterization. At this stage, indicators such as particle size distribution and morphology (TEM, SEM, DLS analysis), surface chemistry and functionalization (XPS, FTIR), dissolution kinetics in relevant environmental media, and the propensity for aggregation/agglomeration under varying pH, ionic strength, and organic matter conditions are determined. Under military conditions, these tests must also be performed considering high-temperature combustion residues and the effects of blast waves, thereby modeling battlefield release scenarios.

Table 1

Comparative overview of ERA methodologies for nanomaterials in civilian and military contexts

Stage	Civilian context	Military context
Physicochemical characterization	Standard laboratory measurements (size, shape, surface chemistry)	Includes extreme-condition simulations (explosive heat, blast shock)
Exposure assessment	Steady-state or chronic emissions from industry	High-intensity, short-term battlefield releases + chronic leaching

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Table continuation 1

Stage	Civilian context	Military context
Hazard identification	Standard ecotoxicity assays (OECD guidelines)	Combined exposure with energetic residues and CBRN-related contaminants
Risk characterization	Based on controlled emission data	Adjusted for uncertainty in conflict-zone monitoring and synergistic effects

The next stage is exposure assessment. Determining concentrations in air, soil, and water environments is one of the key elements of ERA. In military settings, modeling must account for short-term high-intensity explosive releases, long-term low-level leakages, and multi-pathway transport mechanisms (e.g., deposition from air to soil, leaching from soil into groundwater, transfer of atmospheric deposition into water bodies). At this stage, advanced computational fluid dynamics (CFD) and fate–transport models can be used to predict dispersion trajectories following high-energy events.

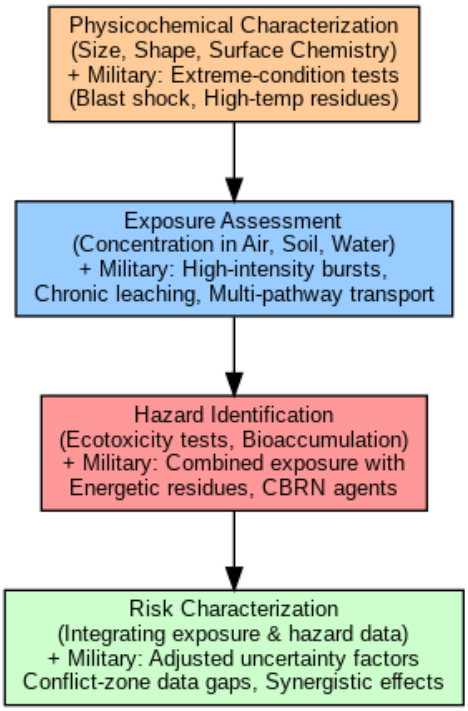


Fig. 3. Stages of environmental risk assessment for nanomaterials

The final stage is risk characterization. At this stage, exposure and effect data are integrated to estimate the likelihood of potential adverse ecological impacts. For military environments, additional uncertainty factors are incorporated into risk models, as the scale of releases in conflict zones may be poorly documented, monitoring is often limited in remote or classified areas, and synergistic effects with other war-related pollutants are highly probable.

In the effect assessment and dose–response evaluation stage, the toxicity of NMs to various ecological receptors (plants, invertebrates, fish, and microorganisms) is studied. Nano-specific endpoints include induction of oxidative stress, cell

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

membrane damage, DNA damage (genotoxicity), and bioaccumulation potential. In the evaluation of military-purpose nanomaterials-such as nanostructured explosives or CBRN sensor coatings- these effects often need to be assessed in combination with fuel residues, explosive by-products, and other contaminants.

4. Case studies of nanomaterial environmental impacts

Observing the behavior of nanomaterials in ecosystems and their interaction mechanisms with the environment under real conditions is of great importance for overcoming the limitations of laboratory research and ensuring more reliable risk assessment. Both civilian and military research examples demonstrate that NMs enter the environment through various pathways, undergo different transformation processes, and generate diverse ecological outcomes.

4.1 Civilian context examples

A study conducted in Europe revealed that nano-TiO_2 particles in natural freshwater systems induce oxidative stress in planktonic organisms such as *Daphnia magna*, leading to a reduction in reproductive capacity. Under UV light, these particles produce reactive oxygen species (ROS), which significantly increases their toxicity. While this example mainly stems from consumer products such as sunscreens, paints, and self-cleaning coatings, it is assumed that nano-TiO_2-based coatings used in military equipment and infrastructure would demonstrate similar ecological behavior.

Another civilian case involves the detection of silver nanoparticles (AgNPs) in sewage systems. Long-term monitoring at municipal wastewater treatment plants in Sweden showed that these particles partially transform into silver sulfide (Ag_2S) within sewage sludge. This transformation reduces, but does not completely eliminate, their toxicity. Improper disposal of AgNP-containing materials in military hospital settings may create analogous contamination scenarios.

4.2 Military context examples

Nano-Al_2O_3 particles are key components in some nanostructured explosives and propellant formulations, where they play an important catalytic role in the combustion process. Soil sampling conducted at an artillery training range in Eastern Europe revealed elevated levels of nano-Al_2O_3 accumulation in the upper soil layer up to 100 meters from firing points. Due to their high persistence and low solubility, these particles pose bioaccumulation risks in soil organisms, potentially causing broader ecological effects through the food chain.

To visualize these observations, we present the spatial distribution of nano-Al_2O_3 concentrations in the surface soil layer as a function of distance from the firing point (Figure 4, 5). The figure demonstrates that high-intensity releases generate localized “hot spots,” forming a decreasing gradient toward outer zones through hydrometeorological processes.

In Figures 4 and 5, warm colors indicate high concentrations, while cool colors represent lower levels; white dots denote sampling points. The map was constructed based on two-dimensional interpolation of concentrations obtained from sampling locations along the E–N coordinate grid; contour lines highlight localized accumulation zones (hotspots).

The distribution observed in Figures 4 and 5 confirms that post-explosion/combustion aerosol deposition exhibits heterogeneity depending on topography and wind regime.

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

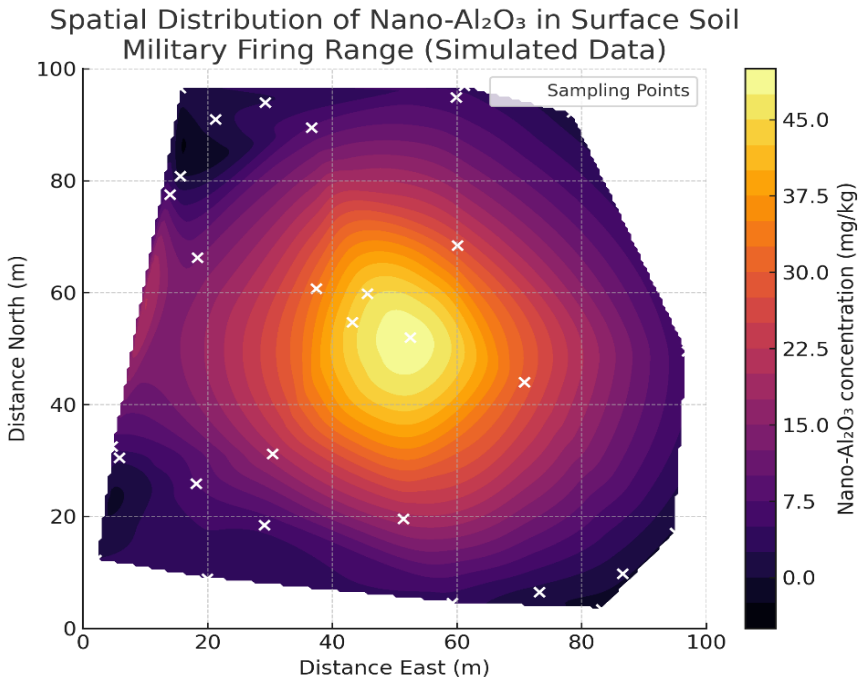


Fig. 4. Spatial distribution of nano-Al_2O_3 concentrations in the surface soil layer of a military training range (simulated data).

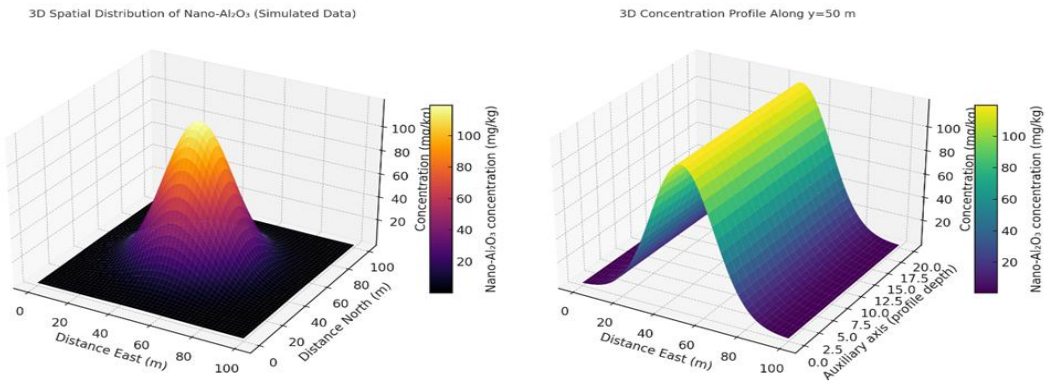


Fig. 5. 3D visualization of nano-Al_2O_3 concentration in surface soil at a military training range (simulated data): (A) 3D spatial distribution across the field, (B) 3D concentration profile along the transect y = 50 m.

The dissemination of copper oxide nanoparticles (CuO-NPs) in naval military operations is also noteworthy. CuO-NPs leach into the water over time from nanoparticle-based antifouling coatings applied to prevent biofouling of aquatic surfaces. A study conducted at a naval shipyard in the Mediterranean Sea detected measurable concentrations of these particles in sediments near the harbor area. Toxicity tests on benthic organisms demonstrated reduced survival and reproductive capacity, indicating a risk of long-term chronic effects.

Another example concerns the use of multi-walled carbon nanotubes (MWCNTs). Due to their lightweight and high tensile strength, these materials are applied in the reinforcement of ballistic armor plates. During prolonged military operations in arid climates, the abrasion of these plates may generate inhalable MWCNT fragments. An occupational safety study conducted in 2022 at a defense

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

facility in the Middle East revealed detectable levels of these particles in the air of maintenance workshops. This raises additional concerns both for workers' health and for environmental dissemination.

5. Regulatory frameworks and standards

The environmental risk assessment of nanomaterials is conducted not only at the technical and laboratory level but also within international regulatory and standardization frameworks. These frameworks aim to ensure safe production, application, and disposal while facilitating data exchange and harmonization of scientific methods.

The Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) "Working Party on Manufactured Nanomaterials" (WPMN) program harmonizes international approaches for assessing the safety of NMs for human health and the environment. Within this program nano-specific testing methods are integrated into the OECD Test Guidelines (TG) system; recommendations are developed for improving models of NM ecotoxicity, transformation, and exposure; databases and experience reports are shared among member states.

The European Union's Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH) system introduced, as of 2020, separate registration and data requirements for nanoforms of substances. These include:

– provision of data on particle size distribution, morphology, and surface functionalization of nanoforms;

– assessment of agglomeration and aggregation behavior in the environment;

– investigation of dissolution kinetics and the toxicological consequences of surface reactions.

– The ISO Technical Committee 229 (ISO/TC 229) develops standards for nanotechnologies, including terminology, measurement methods, and environment, health and safety (EHS) guidelines. ISO standards:

– ensure comparability of results in laboratory and field measurements;

– enable consistent determination of NM size, morphology, and surface characteristics using standardized methodologies;

– provide an internationally accepted technical basis for both civilian and military research.

In the United States, the Toxic Substances Control Act (TSCA) requires manufacturers and importers of nanoscale substances to submit one-time reports. These reports cover:

– technical information on particle size distribution, surface properties, and functionalization;

– production volumes, use sectors, and release pathways;

– existing toxicological and ecotoxicological data.

Although international standards are not directly applied to the military sector, their adaptation is of significant importance for environmental safety:

– OECD methodologies can be applied for NM monitoring at training ranges, military plants, and naval vessels;

– REACH nanoform requirements may be extended to dual-use (civilian-military) materials produced in the defense industry;

– ISO/TC 229 measurement standards ensure international comparability of results in military laboratories;

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

– TSCA reporting principles enhance traceability of NMs in defense projects and contribute to the management of environmental risks.

6. Challenges and future perspectives

Although existing scientific approaches to the ERA of nanomaterials have significantly advanced in recent years, several limitations remain in both theoretical and practical domains. These limitations become more pronounced in military applications, as combat and training environments are characterized by high-intensity and sudden releases, multi-component pollution sources, and restricted observation capabilities.

One of the major scientific challenges is the insufficient understanding of nanomaterials' transformation processes in the environment. Once released into air, water, or soil, NMs undergo physicochemical changes such as aggregation, sedimentation, oxidation, or dissolution. These transformations alter particle size, surface energy, and reactivity, directly influencing their toxic potential and dispersion trajectories in ecosystems. For instance, nano-Al_2O_3 may remain stable for long periods under neutral pH, but in acidic conditions it can ionize, thereby exhibiting different toxicity toward aquatic organisms.

In military operational environments, these processes are further complicated, as released nanomaterials are often mixed with fuel residues, explosive fragments, heavy metals, and other chemical agents. The interactions within these mixtures may produce synergistic or antagonistic effects-enhancing toxicity in some cases while reducing it in others. This complexity makes risk assessment far more challenging than standard laboratory-based testing.

Monitoring also presents significant difficulties. While highly precise measurements can be performed in laboratory conditions, field monitoring devices that provide real-time data often lack the sensitivity and selectivity required. In particular, at military ranges and classified facilities, monitoring in accordance with international standards is restricted due to security constraints. This limits the availability of reliable data on release magnitudes and long-term ecological impacts.

From a regulatory perspective, further complications arise. Nanomaterials intended for both civilian and military use may fall under the "dual use" category, complicating their legal regulation. The same nanoform may be applied in industrial paints as well as in protective coatings for military equipment. In such cases, access to necessary data for ecological risk assessment is hindered, especially when the technical specifications of materials used in defense technologies remain classified.

Future research directions must address these limitations. Foremost, the application of life cycle assessment (LCA) in military contexts is essential. This approach would enable modeling of release scenarios and ecological impacts across all stages-from production to disposal. The development of nano-specific modeling tools is equally necessary, providing multi-scale simulations capable of predicting nanoparticle transformation and dispersion at the particle level.

In addition, the establishment of field tests adapted to military conditions is crucial. Portable high-sensitivity analytical instruments, real-time drone-based monitoring systems, and autonomous underwater sensors can be employed for this purpose. Finally, cooperation between military and civilian research centers must be expanded within international platforms such as NATO, OECD, and ISO, ensuring

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

data exchange and the development of standardized protocols. This approach will contribute not only to more accurate assessment of the ecological impacts of military operations but also to the assurance of long-term environmental security.

7. Conclusion

The environmental risk assessment of nanomaterials remains one of the most intricate challenges of contemporary science. Their nanoscale dimensions, high surface area, and distinctive physicochemical properties simultaneously offer substantial technological advantages and pose potential threats to ecosystems and human health. These issues are particularly significant in the military domain, where nanomaterials are applied in protective coatings, fuels, explosives, and sensor systems under extreme operational conditions, raising the risk of uncontrolled environmental releases.

As demonstrated, nanomaterials can disperse into air, soil, and water, undergoing complex physicochemical transformations that influence their mobility, bioavailability, and toxicity. In military environments, these dynamics interact with additional pollutants, often producing synergistic or antagonistic ecological effects.

Current assessment methodologies, particularly standardized laboratory-based tests, are inadequate for capturing the realities of combat and training conditions. Progress depends on the integration of life cycle assessment (LCA) into military applications, the creation of nano-specific modeling tools, and the development of portable monitoring technologies adapted to field use.

Equally critical is the strengthening of international cooperation. Common methodological standards and data-sharing frameworks under NATO, OECD, and ISO would expand the scientific foundation and translate research into practical measures for ecological safety.

In sum, adapting modern risk assessment approaches for nanomaterials in the military sector is essential to balance technological benefits with environmental protection. Achieving this balance requires a comprehensive strategy—scientifically grounded, standardized, and reinforced through global collaboration.

References:

[1] Akhundov, E.F., et al. (2023) Increasing efficiency of operation of shut-off valves in pipelines // The 19th International Conference on "Technical and Physical Problems of Engineering" (ICTPE-2023), p.138-142.
[2] Agayev, S.O., et al. (2016). Modern pedagogical technologies in military education. Textbook. Part I. *Baku: Military Publishing House*.
[3] Babayev, S.M. et al. (2024) The impact of new technologies on the progress of military art. *İn* Problems of informatization. Vol.2. p.9-10
[4] Bayramov, A.A. (2019). Development of UAV SoS flight combat reconnaissance mission program. *Advanced Information Systems*, *3*(1), 152-156.
[5] Bayramov, A.A. et al. (2018, April). The supervisory control systems deployment in mountainous terrain. In *VIII Int. Conf."Modern development trends of ICT and control methods* (pp. 3-4).
[6] Bayramov, A. A., et al. (2018). SMART control system of systems for dynamic objects group. *Bulgarska Voenna Misal.–2018*.
[7] Gasanov, A.G. et al. (2017). Mathematical modeling of the electron structure of SiO2 nanoparticle. *Fizika*, *23*(1), 34-39.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[8] Garayev, M.F. et al. (2024). Application of composite materials for military purposes. In *Problems of informatization. Proceedings of 12-th International Scientific and Technical Conference* (Vol. 3, p. 25).
[9] Garayev, M. F. et al. (2025). Analysis of shear stress resistance and abrasive wear in surface layers of materials for military use. *İn* Current directions of development of information and communication technologies and control tools. Volume 4: sections 6. p.55
[10] Garayev, M. F., & Hashimov, E. G. (2024). About one electrical compound as a source of energy. In *Problems of informatization. Proceedings of 12-th International Scientific and Technical Conference* (Vol. 3, p. 117).
[11] Hashimov, E. G., & Bayramov, A. A. (2017). Application of GIS and seismic location method for detection of invisible military objects. Monograph/- Baku: Military Publishing House, 2017, 246 p.
[12] Huseynov, B. S., et al. (2023). Characteristics of UAVs application during the second Karabakh war. *İn* Problems of informatization. Vol. 3. -p.10-11.
[13] Hashimov, E., et al. (2017). GIS technology and terrain orthophotomap making for military application. *Journal of Defense Resources Management*, *8*(2), 81-90.
[14] Hashimov, E. G., et al. (2015). Operative detection of ground enemy objects. *Herbi Bilik*, (1), 33-47.
[15] Hasanov, A. H. et al. (2023). Comparative analysis of the efficiency of various energy storages. *Advanced Information Systems*, *7*(3), 74-80.
[16] Hashimov, E., et al. (2023). Mathematical aspects of determining the motion parameters of a target by UAV. *Advanced Information Systems*, *7*(1), 18-22.
[17] Khudeynatov, E.K. (2023, November). V-model for Air Defense Systems. In *Modeling, Control and Information Technologie* (No. 6, pp. 46-49).
[18] İmrani, Z. T., et al. (2018). Economic and social conditions of frontline area population of the Goranboy district and perspective progress directions. *National Security and Military Sciences*, *4*(4).
[19] Ibrahimov, B., et al. (2024). Research and analysis of efficiency indicators of critical infrastructures in the communication system. *Advanced Information Systems*, *8*(2), 58-64.
[20] Ismayilov N. E. et al. (2025) Ensuring the integrity and safety of pipeline infrastructure. *İn* Current directions of development of information and communication technologies and control tools. T. 4. -C. 41.
[21] Muradov, S.A. et al (2023, November). Determining the location of the UAV equipped with a homing device based on radio beacons. In *Modeling, Control and Information Technologies: Proceedings of International scientific and practical conference* (No. 6, pp. 54-56).
[22] Suleymanov J. F. et al. (2025) Modern approaches to technical safety in oil and gas pipelines. *İn* Current directions of development of information and communication technologies and control tools. T. 4. -C. 40.
[23] Piriyev, H. K., et al. (2014). Some issues of pedagogical staff training for special-purpose higher education institutions. *Military knowledge*, (4), 3-9.
[24] Talibov, A.M., et al. (2024). Estimation of transport costs in the process of military logistics. *İn* Problems of informatization. Vol. 3. p.140-141
[25] Talibov, A. (2025). Efficiency indicators of military vehicle freight transportation. *Матеріали конференцій МЦНД*, (30.05.2025; Київ, Україна), 444–453. https://doi.org/10.62731/mcnd-30.05.2025.013
[26] Talibov A.M., Hashimov E.G., Akhundov R.G. (2024) Environmental safety of nanomaterials application. *İn* Problems of informatization. Proceedings of 12-th International Scientific and Technical Conference. Vol. 3. p.55-56.
[27] Talibov, A. M., et al. (2023). On the optimal placement of logistics centers. *Baku: Informatics and Control Problems*, (43), 51-58.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[28] Talibov, A. M., & Hashimov, E. G. (2024). Vehicle transport cost calculation method. *İn* Current directions of development of information and communication technologies and control tools. (Vol. 2, pp. 3-6).
[29] Talibov, A., et al. (2023, May). Optimal placement of logistics centers in the Republic of Azerbaijan. In *2nd International Conference on Problems of Logistics, Management and Operation in The East-West Transport Corridor (PLMO 2023). Baku* (pp. 24-26).
[30] Zulfugarov, B. et al. (2023, November). Comparative analysis of the efficiency of various energy storages. In *Modeling, Control and Information Technologies: Proceedings of International scientific and practical conference* (No. 6, pp. 42-45).
[31] Мустафаев, И. И., & Ахундов, Р. Г. (2019). Коксование углеродистых материалов под воздействием ионизирующего излучения. Вестник Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности, 24(4), 37-44.
[32] Axundov, R. Q. (2023). Pilotsuz uçuş aparatlarinin radiasiya və kimyəvi kəşfiyyatda tətbiqi. Bakı: Hərbi bilik, (2), 23-31.
[33] Ахундов, Р. Г. (2019). Получение углеродных адсорбентов для противогазов радиационно-химическим методом. Кемерово: Точная наука, (64), 14-18.
[34] Axundov, R. Q. (2023). Azərbaycan Ordusunda radiasiya, kimyəvə bioloji mühafizənin inkişaf problemləri və onlarin həlli yollari. Hərb sənətinin aktual problemləri" beynəlxalq elmi-praktik konfransın materialları,–Bakı: MMU, 137-138.
[35] Akhundov, R. G., & Mustafayev, I. I. (2020). Radiation-initiated processes of activation of charcoal. Journal of Radiation Researches, 7(1), 27-34.
[36] Ахундов, Р. Г. О. (2019). Сорбционные и структурные характеристики углеродных адсорбентов. Вестник науки и образования, (22-1 (76)), 22-27.
[37] Axundov, R. Q. (2023). Dərinin fərdi qoruyucu vasitələrinin tətbiqi və inkişaf perspektivləri. Bakı: Milli təhlükəsizlik və hərbi elmlər, (4), 9.
[38] Akhundov, R. (2024). Environmental Warfare–Modern Global Challenge. In Modeling, Control and Information Technologies: Proceedings of International scientific and practical conference (No. 7, pp. 332-335).
[39] Akhundov, R. (2017). Radiation-thermal activation of coal for water purification. In Ecological and environmental chemistry (pp. 141-141).
[40] Axundov, R. Q. (2024). Xüsusi təyinatlı bölmələrin icra etdiyi əməliyyatlar və onların tətbiqinin prinsip və xüsusiyətləri. Müasir radiotexniki silahlar" respublika elmi-praktik konfransın materialları–Bakı: MMU HETİ, 39-42.
[41] Akhundov, R. (2024). The Environmental Consequences of Military Activity. In 20 години България в НАТО и НАТО в България (pp. 410-422). Военна академия „Г. С Раковски".
[42] Ахундов, Р. Г., Ахмедова, А. Г., Даньялов, Ш. Д., & Мустафаев, И. И. (2020). Радиационно-стимулированные процессы получения активного угля. Санкт-Петербург, 25(1), 47.
[43] Akhundov, R. (2024, April 25–26). Basics of Special Forces Operations Planning. In Current Directions of Development of Information and Communication Technologies and Control Tools: Abstracts of the Fourteenth International Scientific and Technical Conference (Vol. 1, pp. 12–13). Kharkiv, Ukraine.
[44] Akhundov, R., & Nabizadə, Z. (2017, December). Production of high-efficiency carbon adsorbents for gas masks by radiation-chemical method. In Natural disasters and human life safety" International scientific-technical Conference. Baku, Azerbaijan (pp. 113-114).
[45] Mustafayev, I. I., & Akhundov, R. G. (2019). The formation of carbon adsorbent at the influence of radiation to the carboneus substances. Warsaw, Poland: East European Scientific Journal, (12), 52.
[46] Ахундов, Р. Г. (2019). Модифицирование радиационно-термическим методом углеродных сорбентов и их применение в гемосорбции. Москва: Евразийский союз ученых, (11), 68.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[47] Axundov, R. Q. (2017). Karbon adsorbentlərinin xüsusiyyətlərinin tədqiqi. Milli təhlükəsizlik və hərbi elmlər, 1(3), 129-135.
[48] Akhundov, R. (2024). The environmental impact of military activities. ResearchGet.
[49] Akhundov, R., & Sh, D. (2019, November). The use of modified activated coal in sorption of carbon-monoxide. In Materials of the international scientific-practical conference "Radiation and chemical safety problems",–Baku (pp. 161-162).
[50] Ахундов, Р. Г. О. (2019). Построение экспериментальных изотерм адсорбции образцами угленаполненного химзащитного субстрата. Наука, техника и образование, (10 (63)), 16-20.
[51] Akhundov, R., & Hashimov, E. (2025). Radiation and chemical protection as a strategic priority of environmental security in the military sphere. Матеріали конференцій МЦНД, (16.05. 2025; Миколаїв, Україна), 202-211.
[52] Akhundov, R., & Hashimov, E. (2025). Military activity and the environment: The need for a systemic approach to radiological and chemical safety. Матеріали конференцій МЦНД, (16.05. 2025; Миколаїв, Україна), 187-197.
[53] Islamov, I., Akhundov, R., Dimitrov, D., & Panevski, V. (2025). Modeling of a Circular Disk Monopole Antenna Fed from a Microwave Broadband Coplanar Waveguide. Advanced Physical Research, 7(2), 184-195. https://doi.org/10.62476/apr.72184.
[54] Axundov, R. Q. (2022). Radiasiya və kimyəvi təhdidlərdən mühafizənin vəziyyəti və inkişaf perspektivləri. Bakı: Milli təhlükəsizlik və hərbi elmlər, (3), 8.
[55] Axundov, R. Q., Abıyev, Q. A., & Nabizadə, Z. Radiasiyanın aktiv kömürlərin mexaniki möhkəmliyinə təsiri. Tibb elmləri doktoru əzəm Təyyar oğlu Ağayevin anadan olmasının, 75, 14-17.
[56] Akhundov, R. (2024, April 25–26). Military conflicts and environmental safety. In Current Directions of Development of Information and Communication Technologies and Control Tools: Abstracts of the Fourteenth International Scientific and Technical Conference (Vol. 2, pp. 89–90). Kharkiv, Ukraine.
[57] Axundov, R. Q. (2023). Radiasiya, kimyəvi və bioloji mühafizə sisteminin təkmilləşdirilmə istiqamətləri. Müdafiə sənayesi üzrə ixtisaslı kadr hazırlığı: radioelektron, aerokosmik sistemlər və robotlar" mövzusunda II Respublika elmi-texniki konfransın materialları, – Bakı: AzTU, 89-92.
[58] Akhundov, R. G., & Ibadov, P. (2023). Problematic issues and prospects for the development of airborne radiation, chemical and biological reconnaissance systems. Baku: National security and military sciences, - 2023.-1 (9). – p, 38-46.

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ НАНОМАТЕРІАЛІВ У ВІЙСЬКОВОМУ ЗАСТОСУВАННІ

Рзаєв Шанлік Камалпаша
Національний університет оборони, Баку, Азербайджан
Хашимов Елшан Гіяс
Доктор філософії з національної безпеки та військових наук
Азербайджанський технічний університет, Баку, Азербайджан

Анотація. *Наноматеріали, з їхніми унікальними фізико-хімічними властивостями, все частіше інтегруються в передові військові системи, включаючи захисні покриття, паливо, вибухові речовини та сенсорні технології. Хоча вони підвищують операційну ефективність, їх потрапляння в навколишнє середовище під час виробництва, розгортання або бойових дій створює складні екологічні ризики. У цій статті*

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

розглядаються шляхи поширення наноматеріалів у повітрі, ґрунті та воді у військових умовах, висвітлюючи їх процеси трансформації, потенціал біоакумуляції та екотоксикологічний вплив. Розглянуто методологічні підходи до оцінки екологічного ризику (ERA) з акцентом на неадекватність традиційних хімічних структур у зонах конфліктів. Тематичні дослідження демонструють поширення нано-Al_2O_3, наночастинок CuO та вуглецевих нанотрубок, підкреслюючи їх довгострокову стійкість в навколишньому середовищі. У статті далі аналізуються міжнародні регуляторні рамки (OECP, REACH, ISO, TSCA) та їхня застосовність до матеріалів подвійного використання. Майбутні перспективи наголошують на необхідності оцінки життєвого циклу, адаптованих до польових умов інструментів моніторингу та міжнародної співпраці для забезпечення балансу між військовими інноваціями та екологічною безпекою.

Ключові слова: *наноматеріали; військове застосування; оцінка екологічного ризику; екотоксикологія; нано-Al_2O_3; вуглецеві нанотрубки; наночастинки CuO; екологічна безпека; оцінка життєвого циклу; регуляторні рамки*

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ARTICLE

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.052

COMPUTER-AIDED ANALYSIS OF BERNSTEIN-TYPE INEQUALITIES FOR JACOBI POLYNOMIALS

Petro Janchuk
Ph.D., Associate Professor
University of Economics and Humanities named after S. Demianchuk, Ukraine

Oleksandr Tymoshchuk
University of Economics and Humanities named after S. Demianchuk, Ukraine

Summary. *The main idea of this work is to analyze Bernstein-type inequalities for Jacobi polynomials using computer visualization and modern computational methods. This study is significant because Bernstein's inequality is a fundamental tool in approximation theory.*
The objective of this research is to analyze the accuracy of Bernstein-type inequalities for Jacobi polynomials under the condition that the parameters satisfy

$$-\frac{1}{2} < \alpha, \beta < \frac{1}{2}.$$

As part of the study, a computer system was developed to perform large-scale calculations and visualizations of the relevant functions. Special attention was given to the development of a comprehensive database of results, which may serve as a foundation for further theoretical and applied investigations in this area.
The methodological basis of the work lies in the integrated use of modern information technologies: programming languages such as C++ and Python, data analysis and visualization tools, and database management systems.
Key words: *Bernstein's inequality; Jacobi polynomials; numerical analysis; computer visualization; approximation; information systems.*

1 Introduction

This note presents a visualization of the Bessel function of the first kind, scaled and compared to an approximating cosine function. We use this comparison as a tool to study the behavior of Jacobi polynomials.

We define the function

$$F(t) = k \cdot 2^{\frac{\alpha+\beta+1}{2}} \left(\sin\frac{\theta}{2}\right)^{\alpha+\frac{1}{2}} \left(\cos\frac{\theta}{2}\right)^{\beta+\frac{1}{2}} \hat{P}_n^{(\alpha,\beta)}(\cos(\theta)),$$

where $\hat{P}_n^{(\alpha,\beta)}(x)$ *denotes the orthonormal Jacobi polynomial of degree* n*. The parameters satisfy* $\alpha > -1$ *and* $\beta > -1$*. We also introduce*

$$N = n + \frac{\alpha+\beta+1}{2}, \quad k = \sqrt{\frac{\pi}{2}}.$$

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Furthermore, we consider the functions

$$f(t) = k\sqrt{Nt} \cdot J_\alpha(Nt),$$

$$g(t) = \cos\left(Nt - \frac{\pi}{2}\left(\alpha + \frac{1}{2}\right)\right),$$

and

$$h(t) = \sin\left(Nt - \frac{\pi}{2}\left(\alpha + \frac{1}{2}\right)\right),$$

where J_α denotes the Bessel function of the first kind of order α. The function $g(t)$ serves as a first-order asymptotic approximation to $f(t)$. The sine function $h(t)$ is used to identify the locations of the extrema of $f(t)$.

All functions are plotted over the interval $t \in (0, \pi)$ using Python.

This study focuses on identifying local maxima and minima of a Jacobi-Bernstein-type function under the assumption that the parameters satisfy

$$-\frac{1}{2} < \alpha, \beta < \frac{1}{2}.$$

The purpose of this work is to investigate and visualize the accuracy of approximations associated with Bernstein-type inequalities for special functions, particularly Jacobi polynomials.

In this context, the authors aim to address numerically challenging or analytically unresolved cases that lack comprehensive theoretical justification. The proposed research involves the application of modern numerical methods in combination with scientific visualization to enable a deeper analysis of the behavior of these functions and the accuracy of boundary estimates. Special attention is devoted to the visual detection of anomalous modes, local maxima, and deviations from theoretical limits.

Thus, this work seeks both to expand the understanding of the structure of Bernstein-type inequalities and to develop tools for their practical evaluation.

2 Jacobi Polynomials

The Jacobi polynomial $P_n^{(\alpha,\beta)}(x)$, for real or complex parameters $\alpha, \beta > -1$ and integer $n \geq 0$, can be represented using the Gauss hypergeometric function ${}_2F_1$ as follows:

$$P_n^{(\alpha,\beta)}(x) = \frac{(\alpha+1)_n}{n!} \cdot {}_2F_1\left(-n, n+\alpha+\beta+1;\ \alpha+1;\ \frac{1-x}{2}\right)$$

Hypergeometric Function

The Gauss hypergeometric function is defined by the series:

$${}_2F_1(a, b;\ c;\ z) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(a)_k (b)_k}{(c)_k} \cdot \frac{z^k}{k!}$$

where $(q)_k$ is the Pochhammer symbol (or rising factorial), defined by:

$$(q)_k = \begin{cases} 1, & k = 0 \\ q(q+1)(q+2)\cdots(q+k-1), & k > 0 \end{cases}$$

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Example: $n = 2$

$$P_2^{(\alpha,\beta)}(x) = \frac{(\alpha+1)_2}{2!} \cdot {}_2F_1\left(-2, \alpha+\beta+3;\ \alpha+1;\ \frac{1-x}{2}\right)$$

Differential Equation for $P_n^{(\alpha,\beta)}(x)$

The Jacobi polynomials $P_n^{(\alpha,\beta)}(x)$, where $\alpha, \beta > -1$ and $n \in \mathbb{N}$, satisfy the following second-order linear differential equation:

$$(1-x^2)\frac{d^2}{dx^2}P_n^{(\alpha,\beta)}(x) + [\beta - \alpha - (\alpha+\beta+2)x]\frac{d}{dx}P_n^{(\alpha,\beta)}(x) + n(n+\alpha+\beta+1)P_n^{(\alpha,\beta)}(x) = 0$$

This equation is of the Sturm–Liouville type and plays a central role in the theory of orthogonal polynomials on the interval [-1, 1].

3 Visualization of Bessel Function Approximation

Note that in program codes and when commenting them, we use the notation a, b instead of α and β, respectively.

We consider the following mathematical functions involving a Bessel function of the first kind and trigonometric expressions:

$$a = 0.25, \quad n = 14, \quad N = n + a = 14.25,$$
$$k = \sqrt{\frac{\pi}{2}},$$
$$f(t) = k\sqrt{Nt} \cdot J_a(Nt),$$
$$g(t) = \cos(Nt - \pi(a + 1/2)),$$
$$h(t) = \sin(Nt - \pi(a + 1/2)),$$

where J_a is the Bessel function of the first kind of order a. The functions are plotted for $t \in [0, \pi]$, and we identify the first root of $h(t) = 0$ that satisfies $t > \pi/2$.

Python Implementation

The Python code below generates the graph of these functions and saves the result as a high-resolution image file "bessel_plot.png."

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from scipy.special import jv
from math import pi, sqrt, ceil

# Constants
a = 0.25
n = 14
N = n + a
k = sqrt(pi / 2)
```

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

```
# Define functions
def f(t):
    return k * np.sqrt(N * t) * jv(a, N * t)

def g(t):
    return np.cos(N * t - pi * (a + 0.5))

def h(t):
    return np.sin(N * t - pi * (a + 0.5))

# Domain for t
t_vals = np.linspace(0.001, pi, 1000)

# Evaluate functions
f_vals = f(t_vals)
g_vals = g(t_vals)
h_vals = h(t_vals)

# Find first root of h(t) = 0 for t > pi/2
m_start = ceil((N * (pi / 2) - pi * (a + 0.5)) / pi)
t_root = (pi * (a + 0.5 + m_start)) / N

# Plot
plt.figure(figsize=(10, 6))
plt.plot(t_vals, f_vals, label='f(t)', color='blue')
plt.plot(t_vals, g_vals, label='g(t)', color='green')
plt.plot(t_vals, h_vals, label='h(t)', color='red')

plt.axhline(0, color='gray', linestyle='--')
plt.axvline(t_root, color='purple', linestyle='--', label='First root of h(t) = 0, t > π/2')
plt.scatter([t_root], [0], color='purple', zorder=5)

plt.title('Functions f(t), g(t), and h(t) over [0, π]')
plt.xlabel('t')
plt.ylabel('Function value')
plt.legend()
plt.grid(True)
plt.tight_layout()
plt.savefig("bessel_plot.png", dpi=300)
plt.show()

print(f"First root of h(t) = 0 for t > pi/2: t = {t_root:.6f}")
```

Resulting Plot

The figure (see Fig. 1) shows the graphs of the functions and highlights the first root of $h(t) = 0$ with $t > \pi/2$.

Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

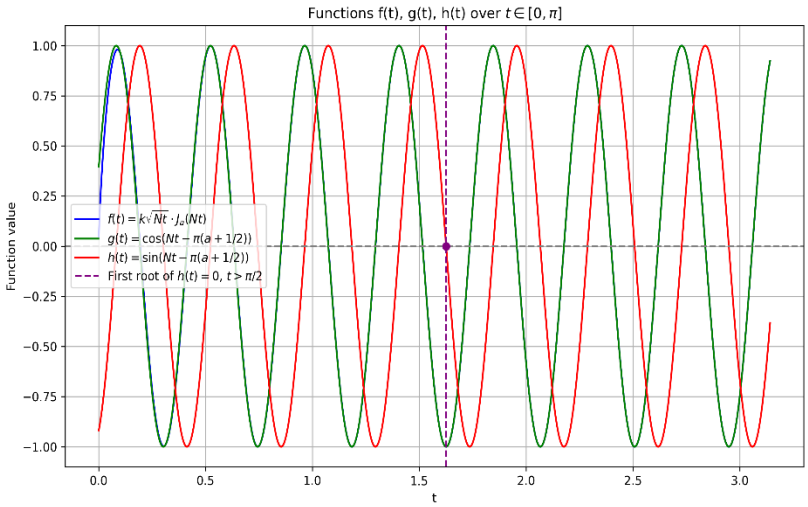


Fig. 1: Graphs of $\boldsymbol{f(t), g(t), h(t)}$ for $\boldsymbol{t \in [0, \pi]}$. The first root of $\boldsymbol{h(t) = 0}$ after $\boldsymbol{\pi/2}$ is indicated

Mathematical Background

The Bessel function $J_a(x)$ for large argument x can be approximated by a trigonometric expression:

$$J_a(x) \approx \sqrt{\frac{2}{\pi x}} \cos\left(x - \frac{\pi}{2}(a + 1/2)\right).$$

Multiplying both sides by $k\sqrt{x}$ with $k = \sqrt{\pi/2}$ gives an approximate identity:

$$k\sqrt{x} J_a(x) \approx \cos\left(x - \frac{\pi}{2}(a + 1/2)\right),$$

which becomes more accurate as x increases. Letting $x = Nt$ for fixed $N = n + a$ with integer n, we define:

$$f(t) = k\sqrt{Nt} \cdot J_a(Nt), \quad g(t) = \cos\left(Nt - \frac{\pi}{2}(a + 1/2)\right).$$

We also define $h(t) = \sin\left(Nt - \frac{\pi}{2}(a + 1/2)\right)$, which has zeros near the maxima and minima of $g(t)$, and hence approximately locates the extrema of $f(t)$.

Numerical Visualization

The functions are implemented and plotted in Python as follows:

• The Bessel-based function $f(t)$ and cosine approximation $g(t)$ are plotted with a scaling factor of 0.1 to facilitate comparison.

• The difference $d(t) = f(t) - g(t)$ is small (not exceeding 0.03 after the first root), and decreases as t increases.

• The zeros of $h(t)$ nearly coincide with the extrema of $f(t)$.

The value of t where $h(t) = 0$ just after $t = \pi/2$ is given by

$$t_{\text{root}} = \frac{\pi}{2N}(a + 1/2 + 2m),$$

for an appropriate integer m. In our computation, this value is estimated as

$$m = [2N - 2a - 1].$$

Python Code and Plot

The following code generates the visualization (plot not included here):

```
import os
import numpy as np
```

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

```
import matplotlib.pyplot as plt
from scipy.special import jv  # Bessel function of the first kind
from math import pi, sqrt, ceil

# Constants
a = 0.25
n = 14
N = n + a
k = sqrt(pi / 2)

# Functions
def f(t):
    return k * np.sqrt(N * t) * jv(a, N * t)

def g(t):
    return np.cos(N * t - (pi / 2) * (a + 0.5))

def h(t):
    return np.sin(N * t - (pi / 2) * (a + 0.5))

def d(t):
    return f(t) - g(t)  # difference between Bessel-based and cosine approx

# Domain
t_vals = np.linspace(0.001, pi, 1000)

# Evaluate functions
d_vals = d(t_vals)
h_vals = 0.1*h(t_vals)
ff_vals = 0.1*f(t_vals)

# Find first root of h(t)=0 for t > pi/2
#m_start = ceil((N * (pi / 2) - (pi / 2) * (a + 0.5)) / pi)
m_start = ceil((N - a - 1/2)/2)
t_root = ((pi / 2) * (a + 0.5 + 2 * m_start)) / N

# Plot
plt.figure(figsize=(10, 6))
plt.plot(t_vals, d_vals, label='d(t) = f(t) - g(t)', color='blue')
plt.plot(t_vals, h_vals, label='h(t)', color='red')
plt.plot(t_vals, ff_vals, label='f(t)', color='brown')
plt.axhline(0, color='gray', linestyle='--')
plt.axvline(t_root, color='purple', linestyle='--', label='First root of $h(t)=0$, $t >
\pi/2$')
plt.scatter([t_root], [0], color='purple', zorder=5)
plt.title('Graphs of $d(t)$ and $h(t)$ on $[0, \pi]$')
```

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

```
plt.xlabel('t')
plt.ylabel('Function value')
plt.legend()
plt.grid(True)
plt.tight_layout()
fname=os.path.join("PLOT1", f"bessel_diff_f_g_plot n={n} a={a}.png")
plt.savefig(fname, dpi=300)
plt.show()

print(f"First root of h(t)=0 for t > pi/2: t = {t_root:.6f}")
```

The plot (see Fig. 2) shows $f(t), d(t)$ and $h(t)$ on the interval $[0, \pi]$, as well as the first root of $h(t) = 0$ such that $t > \pi/2$.

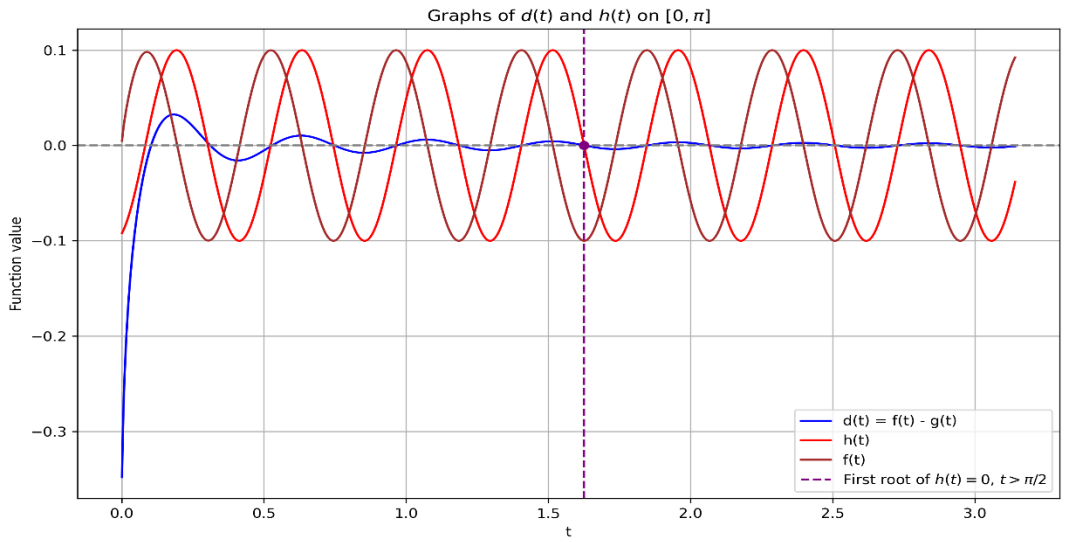


Fig. 2: **Comparison of Bessel function difference $d(t)$ with $h(t)$. First root of $h(t) = 0$ beyond $\pi/2$ is marked**

4 Visualization of Jacobi-Orthonormal Polynomial Based Function

We now define the function

$$F(t) = k \cdot 2^{\frac{\alpha+\beta+1}{2}} \left(\sin\frac{\theta}{2}\right)^{\alpha+\frac{1}{2}} \left(\cos\frac{\theta}{2}\right)^{\beta+\frac{1}{2}} \hat{P}_n^{(\alpha,\beta)}(\cos(\theta)),$$

where $P_n^{(a,b)}(x)$ *is the orthonormal Jacobi polynomial of degree* n*, parameters* $a = 0.25$*,* $b = 0$*, and*

$$n = 14, \quad N = n + \frac{\alpha + \beta + 1}{2} = 14.75, \quad k = \sqrt{\frac{\pi}{2}}.$$

We also define

$$g(t) = \cos\left(Nt - \frac{\pi}{2}(a + 0.5)\right),$$
$$d(t) = F(t) - g(t),$$
$$h(t) = \sin\left(Nt - \frac{\pi}{2}(a + 0.5)\right).$$

The plot (see Fig. 3) shows $F(t)$ on the interval $[0, \pi]$, as well as the first root of $h(t) = 0$ such that $t > \frac{\pi}{2}$. This plot also illustrates the local maxima and minima of the

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Jacobi Bernstein function $F(t)$. This graph also represents the local maxima and minima of the Jacobi Bernstein function F(t). The maximum points are marked with red circles, and the minimum points with green ones. The zeros of the function h(t) closely approximate the points at which the maxima and minima of the function are reached.

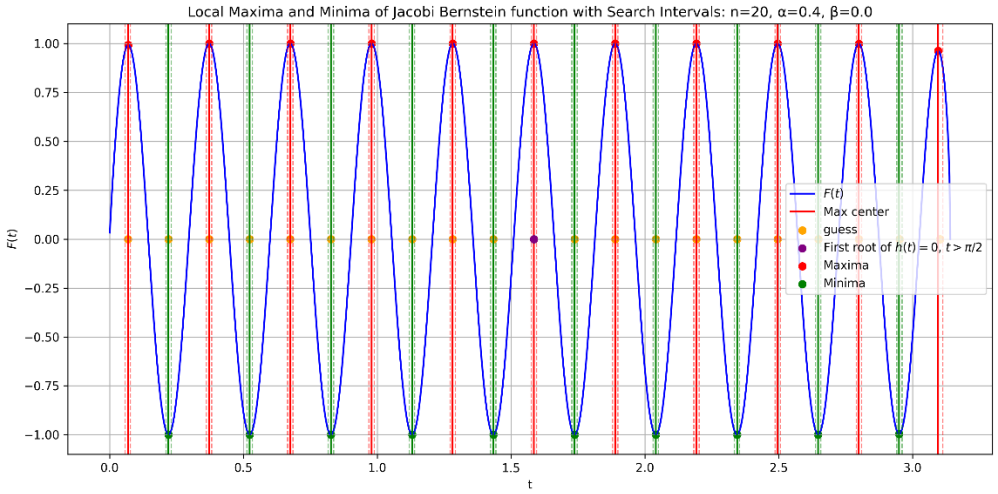


Fig. 3: Visualization of Jacobi based function $F(t)$. First root of $h(t) = 0$ beyond $\pi/2$ is marked

Initial Approach

As a first approximation to the points of local extrema, the first root of the equation

$$h(t) = \sin\left(Nt - \frac{\pi}{2}(a + 0.5)\right) = 0,$$

which lies to the right of $\pi/2$*, was used. Additional points were generated on the interval* $(0, \pi)$ *using a step of* π/N *and centered around the first root.*

Approximation Insight

In earlier studies, it was observed that the function

$$g(t) = \cos\left(Nt - \frac{\pi}{2}(a + 1/2)\right)$$

approximates well the function

$$f(t) = k\sqrt{Nt} \cdot J_a(Nt),$$

where J_a *is the Bessel function of the first kind. The last function, in turn, approximates a Jacobi-Bernstein function* $F = F(t)$ *defined by the Python function: def F(t): tmp = jacobi_orthonormal(n, , , np.cos(t)) tmp1 = (np.sin(t/2))**(a+0.5) * (np.cos(t/2))**(b+0.5) tmp0 = 2**((a+b+1)/2) return k * tmp * tmp1 * tmp0*

Interval Selection

The study found that it is sufficient to consider intervals of radius $\delta = 0.01$ centered around the points separated by π/N. When $N \approx n = 20$, this spacing is roughly $\pi/20$.

Symmetry of Extrema

It was observed that:

• When $a = b$, the global maximum and minimum occur at the center of the interval.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

• When $a \neq b$, the extrema shift to the left or right depending on whether $a > b$ or $a < b$.

Python Code Used in the Study

The Python implementation used to conduct the analysis is provided below:

```
# Parameters
a = 0.4
b = 0.0
n = 20
N = n + (a+b+1)/2
k = sqrt(pi / 2)

# Orthonormal Jacobi polynomial P_n^{(a,b)}(x)
def jacobi_orthonormal(n, a, b, x):
   # L2 norm squared of Jacobi polynomial on [-1,1] with weight (1-x)^a (1+x)^b
   norm_squared = 2**(a + b + 1) / (2 * n + a + b + 1) * \
      gamma(n + a + 1) * gamma(n + b + 1) / (gamma(n + 1) * gamma(n + a + b + 1))
   normalization = 1 / np.sqrt(norm_squared)
   return normalization * eval_jacobi(n, a, b, x)

# Function definitions
def f(t):
   tmp=jacobi_orthonormal(n, a, b, np.cos(t))
   tmp1=(np.sin(t/2))**(a+0.5)*(np.cos(t/2))**(b+0.5)
   tmp0=2**((a+b+1)/2)
   return k * tmp *tmp1*tmp0

def h(t):
   return np.sin(N * t - (pi / 2) * (a + 0.5))

# Generate initial guesses
def initial_guesses(m_total):
   guesses = []
   # Find first root of h(t)=0 for t > pi/2
   m_start = ceil(2*N  - 2*a - 1)
   t_root =(pi / 2) * (a + 0.5 + 2 * m_start) / N

   t=t_root
   while t>0:
      t=t-(pi / N)
   #aa=(pi / (2.0*N)) * (-a - 0.5 )
   aa=t
   for i in range(m_total * 2):

      t_i = aa+(pi / N) * i
```

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

```
        if 0 < t_i < pi:
            guesses.append(t_i)

        if len(guesses) >= m_total:
            break
    return guesses

# Classify extrema and store intervals
def classify_extrema(guess_points, delta=0.01):
    maxima = []
    minima = []
    intervals = []
    for idx, t0 in enumerate(guess_points):
        left = max(0.001, t0 - delta)
        right = min(pi, t0 + delta)
        if idx % 2 == 0:
            res = minimize_scalar(lambda t: -f(t), bounds=(left, right), method='bounded')
            t_ext = res.x
            f_ext = f(t_ext)
            maxima.append((t_ext, f_ext))
            intervals.append(('max', left, t_ext, right))
        else:
            res = minimize_scalar(lambda t: f(t), bounds=(left, right), method='bounded')
            t_ext = res.x
            f_ext = f(t_ext)
            minima.append((t_ext, f_ext))
            intervals.append(('min', left, t_ext, right))

    return maxima, minima, intervals
```

Plotting and Visualization

The following code was used to generate the plot of the function and its extrema:

```
# Generate data
m_max = n
guess_points = initial_guesses(m_max * 2)
guess_points0 = [0 for z in guess_points]
maxima, minima, intervals = classify_extrema(guess_points)

# Plotting
t_vals = np.linspace(0.001, pi, 1000)
f_vals = f(t_vals)

plt.figure(figsize=(12, 6))
plt.plot(t_vals, f_vals, label='$F(t)$', color='blue')
```

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

```
# Vertical lines for each extremum and interval
for typ, left, center, right in intervals:
    color = 'red' if typ == 'max' else 'green'
    plt.axvline(x=center, color=color, linestyle='-', linewidth=1.5,
label=f'{typ.capitalize()} center' if center == intervals[0][2] else "")
    plt.axvline(x=left, color=color, linestyle='--', alpha=0.5, linewidth=1)
    plt.axvline(x=right, color=color, linestyle='--', alpha=0.5, linewidth=1)

# Add points
plt.scatter(guess_points, guess_points0, color='orange', label='guess')
plt.scatter([t_root], [0], color='purple', zorder=5,label='First root of $h(t)=0$, $t >
\pi/2$')

plt.scatter([t for t, _ in maxima], [fval for _, fval in maxima], color='red',
label='Maxima')
plt.scatter([t for t, _ in minima], [fval for _, fval in minima], color='green',
label='Minima')

plt.title(f'Local Maxima and Minima of Jacobi Bernstein function with Search
Intervals: n={n}, α={a}, β={b}')

plt.xlabel('t')
plt.ylabel('$F(t)$')
plt.grid(True)
plt.legend()
plt.tight_layout()
plt.show()
```

5 Conclusion

The following Bernstein-type inequality for standardized Legendre polynomials and orthonormal Legendre polynomials is useful.

Statement 1 *For* $x \in [-1,1]$ *and* $n \geq 0$*, we have*

$$k(1-x^2)^{1/4}|P_n(x)| < \left(\frac{2}{2n+1}\right)^{1/2}, k(1-x^2)^{1/4}\left|\hat{P}_n(x)\right| < 1, k = \left(\frac{\pi}{2}\right)^{1/2}. \quad (1)$$

Proof. See [1, 2].

The following table tells us that a similar statement is true for all Jacobi polynomials with parameters $-1/2 < \alpha, \beta < 1/2$:

$$\left|F^{\alpha,\beta}(x)\right| < 1,$$

where

$$F^{\alpha,\beta}(x) = k(1-x)^{\alpha/2}(1-x)^{\beta/2}(1-x^2)^{1/4}\hat{P}_n(\alpha,\beta)(x).$$

The table was constructed by determining the zeros of the derivative of the Jacobi–Bernstein function. The corresponding extrema were then identified by evaluating the function at these points and selecting the maximal and minimal values among the finite set obtained.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Table 1

Maximum absolute values of Jacobi-Bernstein functions $F(t)$ for selected (α, β) values

n	$\alpha = 0.4,$ $\beta = 0.4$	$\alpha = 0.0,$ $\beta = 0.0$	$\alpha = 0.4,$ $\beta = 0.0$	$\alpha = 0.0,$ $\beta = -0.4$	$\alpha = 0.4,$ $\beta = -0.4$
1	0.990250	0.942545	0.985907	0.944118	0.988753
2	0.997472	0.990832	0.994250	0.992993	0.996473
3	0.998335	0.994167	0.997176	0.996171	0.998117
4	0.999083	0.997005	0.998062	0.997834	0.998897
5	0.999318	0.997812	0.998789	0.998591	0.999248
6	0.999533	0.998543	0.999096	0.998967	0.999469
7	0.999628	0.998853	0.999327	0.999258	0.999598
8	0.999718	0.999143	0.999473	0.999398	0.999689
9	0.999766	0.999294	0.999571	0.999539	0.999750
10	0.999811	0.999436	0.999652	0.999607	0.999796

The plot confirms the asymptotic relationship between the scaled Jacobi-Bernstein function $F(t)$ and the cosine function $g(t)$. The agreement improves as t increases. The sine function $h(t)$ plays a crucial role in identifying the locations of the extrema of $F(t)$.

References:

[1] Lee Lorch. Alternative proof of a sharpened form of bernstein's inequality for legendre polynomials. Applied Analysis, 14:237–240, 1983.
[2] G. Szego (1959). *Orthogonal Polynomials*. New York: Amer. Math. Soc.

КОМП'ЮТЕРНИЙ АНАЛІЗ НЕРІВНОСТЕЙ ТИПУ БЕРНШТЕЙНА ДЛЯ ПОЛІНОМІВ ЯКОБІ

Петро Янчук
проф. кафедри інформаційних систем і методів обчислень
МЕГУ ім. академіка Степана Дем'янчука, Україна
Олександр Тимощук
МЕГУ ім. академіка Степана Дем'янчука, Україна

Анотація. *Основна ідея цієї роботи полягає в аналізі нерівностей типу Бернштейна для поліномів Якобі з використанням комп'ютерної візуалізації та сучасних обчислювальних методів. Це дослідження є важливим, оскільки нерівність Бернштейна є фундаментальним інструментом у теорії наближення.*
Метою даної роботи є аналіз точності нерівностей типу Бернштейна для поліномів Якобі за умови, що параметри задовольняють

$$-\frac{1}{2} < \alpha, \beta < \frac{1}{2}.$$

У рамках дослідження була розроблена комп'ютерна система для виконання масштабних обчислень та візуалізації відповідних функцій. Особливу увагу приділено створенню комплексної бази даних результатів, яка може слугувати основою для подальших теоретичних і прикладних досліджень у цій галузі.
Методологічну основу роботи становить інтегроване використання сучасних інформаційних технологій: мов програмування C++ та Python, засобів аналізу й візуалізації даних, а також систем керування базами даних.
Ключові слова: *нерівність Бернштейна; поліноми Якобі; чисельний аналіз; комп'ютерна візуалізація; наближення; інформаційні системи.*

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ARTICLE

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.053

ПРИЧИННО-НАСЛІДКОВИЙ ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ: ВІД КОРЕЛЯЦІЙНИХ ОБМЕЖЕНЬ ДО НОВОЇ ПАРАДИГМИ ШІ

Головкін Борис Андрійович
аспірант кафедри інженерії програмного забезпечення
Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут», Україна

Анотація. *Відсутність у машин розуміння причинно-наслідкових зв'язків, ймовірно, є найбільшою перешкодою на шляху до наділення їх інтелектом, співставним із людським. Саме подолання цього бар'єру є основною метою причинно-наслідкового штучного інтелекту (Causal AI) — напряму, який дедалі більше розглядають як логічне продовження еволюції ШІ після традиційного машинного навчання та генеративних моделей. Causal AI не обмежується виявленням кореляцій, а прагне розкрити справжні механізми, що керують процесами та результатами, забезпечуючи пояснюваність, переносимість моделей і стійкість до змін у даних.*

У статті представлено комплексний огляд теоретичних основ, ключових методів і практичних застосувань Causal AI. Розглянуто концепції спрямованих ациклічних графів, структурних причинно-наслідкових моделей, причинно-наслідкових баєсівських мереж, а також принципи маніпуляції та припущення Маркова. Проведено порівняння з класичним ML та Generative AI, виділено переваги у завданнях, що потребують глибшого розуміння причинно-наслідкових залежностей. Окрему увагу приділено актуальності даної технології та аналізу сучасних трендів: зростанню кількості наукових публікацій та збільшенню інвестицій у проекти, пов'язані з причинно-наслідковим штучним інтелектом.

Ключові слова: *Causal AI, причинно-наслідковий зв'язок, кореляція, спрямовані ациклічні графи, структурні причинно-наслідкові моделі, баєсівські мережі, машинне навчання, штучний інтелект.*

Вступ

Чи знаєте ви, що лише 54 % проєктів штучного інтелекту (ШІ) доходять від пілотного етапу до виробничого, а відсутність довіри та прозорості є ключовими перешкодами для впровадження? Проблема полягає у фундаментальному обмеженні традиційних систем штучного інтелекту — їхній нездатності зрозуміти причину та наслідок. Нерозуміння того, *чому* штучний інтелект приймає певні рішення, стало критично вузьким місцем у впровадженні технологій у бізнес-процеси та суспільно важливі сфери. [1]

Хоча сама ідея аналізу *причинно-наслідкових зв'язків* виникла задовго до сучасного штучного інтелекту — у статистиці, економетриці та епідеміології —

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

лише в останні роки вона почала активно інтегруватися в машинне навчання. Ця еволюція зумовлена усвідомленням того, що для побудови надійних і адаптивних моделей недостатньо знати, *що* відбувається; необхідно розуміти, *чому* це відбувається та *що зміниться*, якщо ми втрутимося у систему. При цьому особливу увагу слід приділяти конфаундерам — зовнішнім або прихованим змінним, які одночасно впливають як на причину, так і на наслідок, створюючи ілюзію або спотворюючи справжній характер зв'язку між ними. Приклад такого причинно-наслідкового зв'язку з конфаундером зображено на (рис. 1), у порівнянні з класичною кореляцією.

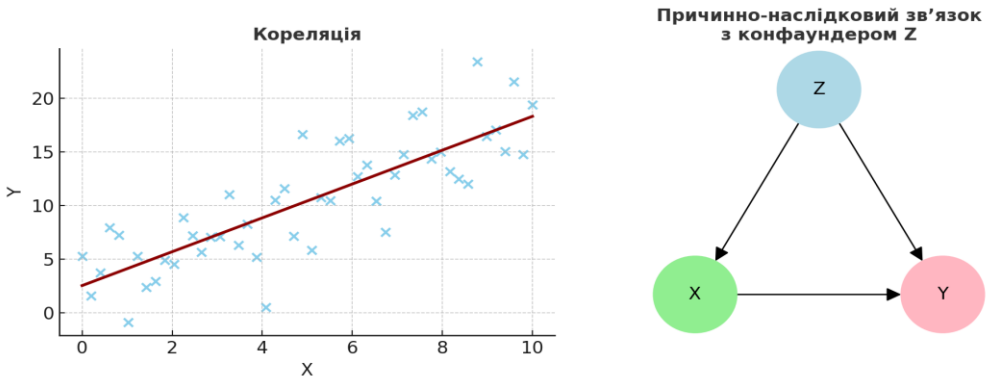


Рис. 1. Відмінність між статистичною кореляцією та причинно-наслідковим зв'язком у присутності конфаундера

У цьому контексті зростає потреба у методологіях, здатних не лише здійснювати прогнозування, але й забезпечувати інтерпретацію шляхом ідентифікації причинно-наслідкових зв'язків. Відсутність такої інтерпретації перетворює результати штучного інтелекту на так звані «чорні скриньки», які можуть демонструвати прийнятну ефективність у комерційних застосуваннях, проте виявляються недостатньо надійними у сферах, де помилки мають критичні соціальні, економічні або етичні наслідки.

Значна частина сучасного ШІ призначена для прогнозування поведінки людей: він намагається передбачити вашу наступну покупку, наступний клік мишею або зміну роботи. Проте такі методи стикаються з проблемами, коли їх застосовують у сфері охорони здоров'я чи соціально-економічного розвитку. Якщо ми не знаємо корінних причин поведінки, можна легко ухвалити хибні рішення та підтримувати неефективну або упереджену політику. [2]

Усвідомлення цих обмежень традиційних прогнозних підходів зумовило зростання інтересу до нових методологій, здатних подолати розрив між спостереженням і поясненням. Одним із таких перспективних напрямів є ***причинно-наслідковий штучний інтелект (англ. Causal AI)***, який пропонує інструментарій для глибшого розуміння механізмів функціонування складних систем та формування рішень, що ґрунтуються на виявленні реальних причин, а не лише на статистичних закономірностях.

Причинно-наслідковий ШІ являє собою зміну парадигми у штучному інтелекті, виходячи за рамки традиційного розпізнавання образів, щоб робити висновки та використовувати причинно-наслідкові зв'язки. На відміну від

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

класичних моделей ШІ, які чудово знаходять кореляції у великих наборах даних, причинно-наслідковий ШІ прагне зрозуміти механізми, що лежать в основі цих кореляцій. Це досягається за допомогою структурних причинно-наслідкових моделей, де спрямовані ациклічні графи відображають причинно-наслідкові залежності між змінними. Завдяки можливості враховувати інтервенції та контрфактуальні міркування — моделювати сценарії «що, якщо» — причинно-наслідковий ШІ забезпечує глибше розуміння того, як зміни однієї змінної впливають на іншу. Це дозволяє системам ШІ відповідати на питання «чому», моделювати потенційні втручання та забезпечувати надійне, поясненне прийняття рішень, що відрізняє його від традиційних підходів машинного навчання, які часто страждають від проблем хибних кореляцій, відсутності узагальнюваності та обмежень інтерпретації [3]. Такий підхід має потенціал радикально змінити наше розуміння та моделювання складних систем, виходячи далеко за межі традиційної прогнозної аналітики.

Постановка проблеми

Сучасні системи штучного інтелекту, побудовані на основі машинного навчання та генеративних моделях, стикаються з фундаментальними обмеженнями: вони не здатні стабільно працювати з новими або рідкісними даними; демонструють слабку переносимість знань на нові завдання; часто не можуть відрізнити справжні першопричини від простих симптомів, надмірно спрощуючи складні бізнес-процеси до табличного набору даних; зазнають збоїв при несподіваних змінах середовища та є вразливими до цілеспрямованих атак зловмисників.

Переважна більшість таких моделей є своєрідними «чорними скриньками», внутрішня логіка яких нерідко залишається непрозорою навіть для їхніх творців, а також демонструє обмежену узгодженість із суспільними цінностями та принципами прозорості. Це створює серйозні ризики у сферах, де критично важливим є розуміння причинно-наслідкових зв’язків і прозорість процесів прийняття рішень, зокрема в медицині, виробництві, автономних системах чи економічній політиці.

Ці обмеження особливо критичні в умовах, де від надійності та прозорості залежить довіра, безпека та справедливість: автономне керування, медичні системи підтримки рішень, критичні інфраструктури. Необхідність переходу від суто кореляційних моделей до моделей, здатних виявляти та використовувати причинно-наслідкові зв’язки, стає не просто науковою метою, а стратегічною вимогою.

Мета статті полягає у дослідженні фундаментальних обмежень традиційних кореляційних підходів у штучному інтелекті та демонстрації шляхів їх подолання, запропонованих методологіями причинно-наслідкового ШІ. У роботі здійснено систематизацію основних підходів Causal AI, проаналізовано його конкурентні переваги порівняно з традиційними методами ШІ та окреслено перспективи цієї технології у формуванні наступного покоління прозорих, адаптивних і надійних інтелектуальних систем.

Кореляція не означає причинно-наслідковий зв'язок

Статистики розробили багато складних методів для скорочення великого обсягу даних та виявлення зв'язків між змінними. Кореляція або регресія,

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

типовий показник зв'язку, який передбачає підгонку лінії до набору точок даних та визначення нахилу цієї лінії. Деякі зв'язки можуть мати очевидні причинно-наслідкові інтерпретації; інші можуть не мати. Але сама лише статистика не може сказати, що є причиною, а що наслідком, зубна паста чи зубна нитка. З точки зору менеджера з продажу, це може не мати значення. Гарні прогнози не обов'язково мають гарні пояснення. Сова може бути хорошим мисливцем, не розуміючи, чому щур завжди переходить з точки А в точку Б. [4]

Ви, мабуть, чули фразу «кореляція не означає причинно-наслідкового зв'язку». Це прислів'я підкреслює критичне обмеження традиційних підходів до машинного навчання, які часто спираються на моделі на основі кореляції. Хоча ці моделі можуть бути потужними для прогнозування, вони не здатні зрозуміти основні механізми, що впливають на результати. [5]

У контексті штучного інтелекту помилкове ототожнення кореляції з причиною має особливо серйозні наслідки. Алгоритми машинного навчання, зокрема глибинні нейронні мережі, оптимізуються на пошук статистичних залежностей у даних, не розрізняючи, чи ці залежності відображають справжні механізми, чи є випадковими або зумовленими конфаундерами. У результаті модель може виявляти сильні, але хибні асоціації, які зникають при зміні умов або даних. Це не лише знижує узагальнюваність і стійкість моделей, а й може призводити до систематичних упереджень — наприклад, дискримінаційних рішень у системах кредитного скорингу чи медичної діагностики. Без розуміння причинно-наслідкових структур будь-яка прогностична модель ризикує бути «чорним ящиком», що відтворює минулі упередження замість того, щоб пропонувати обґрунтовані та справедливі рішення.

Кореляція – це статистичний показник, що описує зв'язок між змінними: коли одна змінна змінюється, змінюється й інша. Ці змінні змінюються разом: вони коваріюють. Але ця коваріація не обов'язково зумовлена прямим чи непрямим причинно-наслідковим зв'язком. [6]

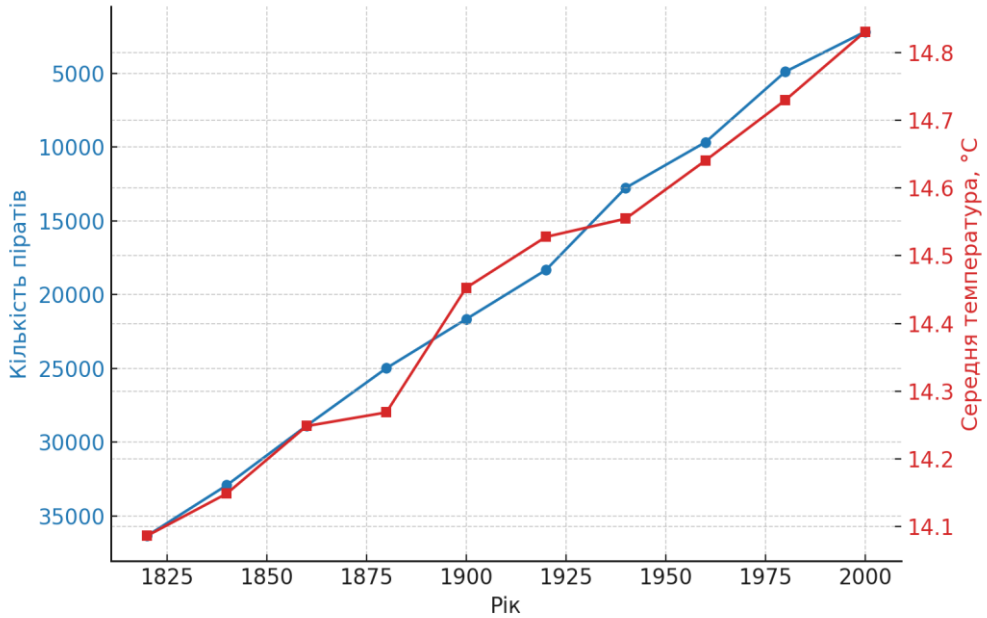


Рис. 2. Залежність між кількістю піратів та середньою температурою

Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Класичний приклад хибної кореляції для ілюстрації відмінностей між статистичною асоціацією та причинно-наслідковим зв’язком – пірати та глобальне потепління (рис. 2).

Уявні дані, відображені на графіку, показують зменшення чисельності піратів (синя лінія, ліва вісь) упродовж періоду з XIX до XXI століття та одночасне поступове зростання середньої глобальної температури (червона лінія, права вісь). Візуальне співпадіння тенденцій може створювати враження існування прямого причинного зв’язку між цими змінними. Однак докладніший аналіз (а також базове знання історичного контексту) вказує на відсутність будь-якої реальної причинно-наслідкової залежності між кількістю піратів та глобальним потеплінням. Подібна кореляція є суто випадковою і виникає внаслідок впливу третіх, зовнішніх чинників, які не відображені на діаграмі, зокрема процесів індустріалізації, зростання концентрації парникових газів та змін у глобальних екосистемах.

Відмінність між кореляцією та причинно-наслідковим зв’язком не лише теоретичне питання статистики, а й практична вимога для побудови моделей, здатних коректно відображати реальність. Розуміння механізмів взаємодії змінних потребує формалізації у вигляді графічних або математичних структур [7]. Такі структури дозволяють відокремити справжні причинні залежності від хибних асоціацій, що виникають під впливом зовнішніх, неконтрольованих чинників. Це особливо важливо у прикладних дослідженнях, де помилкове ототожнення кореляції з причиною може призвести до хибних висновків і неефективних рішень [8].

Причинно-наслідковий зв'язок означає, що одна змінна безпосередньо впливає на іншу, але для виявлення та перевірки такої залежності недостатньо лише математичного розрахунку чи спостереження за статистичною асоціацією. Необхідно формалізувати своє розуміння механізмів у вигляді чіткої причинно-наслідкової моделі.

На відміну від кореляції та більшості інших інструментів загальноприйнятої статистики, причинно-наслідковий аналіз вимагає від користувача суб'єктивного зобов'язання. Він повинен намалювати причинно-наслідкову діаграму, яка відображає його якісне переконання — або, ще краще, консенсусне переконання дослідників у його галузі знань — щодо топології причинно-наслідкових процесів, що діють. Для побудови діаграми визначення «причинно-наслідкового зв'язку» просте, хоч і трохи метафоричне: змінна X є причиною Y, якщо Y «слухається» до X і визначає його значення у відповідь на те, що вона чує. Наприклад, якщо ми підозрюємо, що тривалість життя пацієнта L «слухається» про те, чи приймався препарат D, тоді ми називаємо D причиною L і малюємо стрілку від D до L на причинно-наслідковій діаграмі. Звичайно, відповідь на наше запитання щодо D та L, ймовірно, також залежатиме від інших змінних, які також мають бути представлені на діаграмі разом з їхніми причинами та наслідками. [4]

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

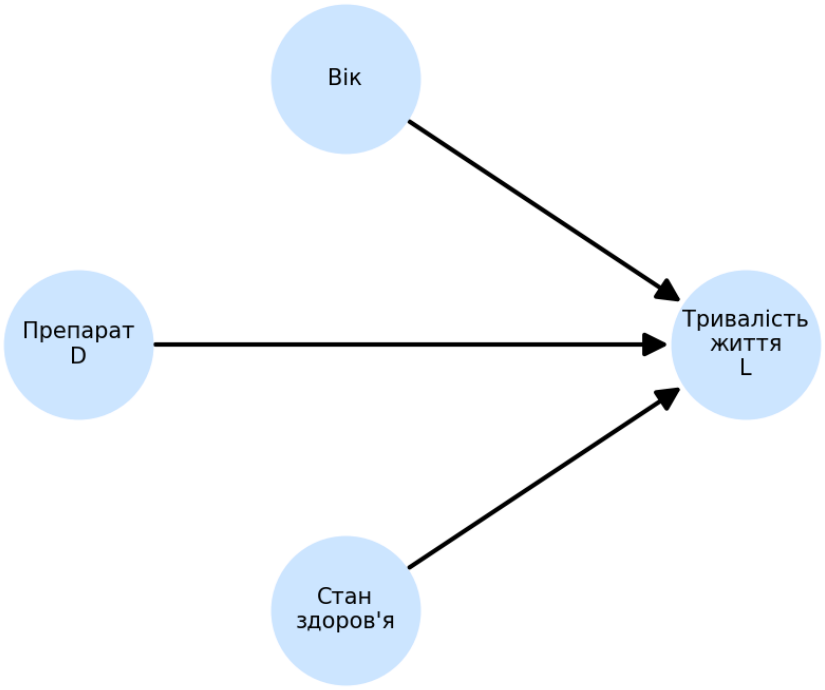


Рис. 3. Причинно-наслідкова діаграма життя пацієнта

Основні методи моделювання причинно-наслідкових зв'язків у Causal AI

Причинно-наслідковий аналіз у контексті штучного інтелекту спирається на формальні інструменти, які дозволяють чітко описувати, перевіряти та прогнозувати взаємодію змінних у складних системах. На відміну від суто кореляційних моделей, ці інструменти інтегрують структурні припущення про напрямки впливу та можливі механізми формування спостережуваних даних.

У науковій літературі виділяють низку базових підходів, що становлять фундамент сучасного Causal AI: спрямовані ациклічні графи (*англ. directed acyclic graphs – DAGs*), структурні причинно-наслідкові моделі (*англ. structural causal model – SCM*) та причинно-наслідкові баєсівські мережі (*англ. Causal Bayesian Network – CBN*). Ці підходи забезпечують спільну мову для формулювання гіпотез про механізми, відокремлення причин від асоціацій, а також для постановки й розв'язання задач ідентифікації, інтервенцій та контрфактуального аналізу [9]. На відміну від чисто прогностичних методів, графові та структурні представлення кодують припущення дослідника й дають критерії перевірки узгодженості цих припущень із даними (через незалежності, d-розділення, факторизацію тощо) [10].

Спрямований ациклічний граф (САГ) надає якісну (структурну) картину причинних залежностей і дозволяє міркувати про шляхи впливу, блокування/«витоки» інформації, колайдери та конфаундери. *Структурна причинно-наслідкова модель (СПМ)* додає функціональну семантику: кожна ендогенна змінна визначається через своїх «батьків» і шум, що робить можливими інтервенції та контрфактуали в явному вигляді. *Причинно-наслідкові баєсівські мережі* поєднують причинну структуру з імовірнісною семантикою:

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

спільний розподіл факторизується за батьками, а інтервенції інтерпретуються як заміна відповідних умовних компонент (правило маніпуляції). Разом ці формалізми утворюють міст між доменною теорією та даними, підвищуючи переносимість висновків за зміни середовища [11].

Графово-структурні моделі не лише пояснюють *чому* ми спостерігаємо певні ефекти, а й підказують *як* досягти бажаних змін через втручання — наприклад, які змінні варто контролювати, аби уникнути змішування, і які механізми є доцільними цілями політики чи лікування. Саме тому ці формалізми сьогодні є ядром сучасних підходів до причинного виведення й причинного представлення у машинному навчанні [12].

Спрямовані ациклічні графи

У причинно-наслідковому аналізі *спрямований ациклічний граф* — це формальна структура, де вершини представляють змінні системи, а спрямовані ребра відображають припущувані причинні впливи. «Ациклічність» означає, що граф не містить замкнених шляхів, тобто неможливо повернутися у вихідну вершину, рухаючись за напрямками стрілок.

САГ виступає не лише зручним візуальним інструментом, а й математичною моделлю, яка дозволяє формалізувати припущення дослідника, виявляти можливі конфаундери та планувати експерименти. Класичний приклад САГ можна побачити на (рис. 4):

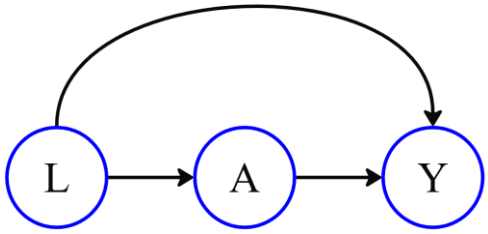


Рис. 4. Спрямований ациклічний граф

САГ на (рис. 4) складається з трьох вузлів, що представляють випадкові величини (L, A, Y), та трьох ребер (стрілок). Наявність стрілки від певної змінної до іншої, вказує на те, що ми знаємо про прямий причинно-наслідковий вплив однієї змінної на іншу, таким чином L – пряма причина A. Відсутність стрілки, в свою чергу, означає що одна змінна не має прямого причинно-наслідкового впливу на іншу. Варто відмітити, що на даному графі присутні: *посередник*, *конфаундер* та *колайдер*.

Змінна A виступає в якості *посередника* впливу L на Y, блокування A перериває шлях $L \to A \to Y$. В якості *конфаундера* виступає змінна L, яка впливає як на залежну змінну Y, так і на незалежну – A, спотворючи асоціацію між A та Y. *Колайдером*, в свою чергу, називають змінну, на яку впливають дві або більше змінних. В даному прикладі, в якості колайдера, виступає змінна Y. Контроль над цією змінною відкриває шлях між A і L, що може спричинити системну помилку в оцінці причинно-наслідкового зв'язку між змінними, які впливають на колайдер. В даному прикладі є пряма залежність між L та A, але при її відсутності «ефект колайдера» може ввести хибну залежність та причинно-наслідковий

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

зв'язок там, де його насправді немає. Отже, колайдери можуть негативно впливати на перевірку причинної теорії.

Отже, *причинно-наслідковий спрямований ациклічний граф* G можна визначити, як граф, вузли (вершини) якого є випадковими величинами $V = (V_1, \dots, V_M)$ з орієнтованими ребрами (стрілками) та без орієнтованих циклів. Використаємо PA_m для позначення батьків V_m, тобто множини вузлів, з яких є пряма стрілка в V_m. Змінна V_m є нащадком V_j (а V_j є предком V_m), якщо існує послідовність вузлів, з'єднаних ребрами між V_j та V_m, така, що, слідуючи напрямку, вказаному стрілками, можна досягти V_m, починаючи з V_j. Наприклад, ще ра поглянемо на САГ на рисунку 4. У цьому САГ $M = 3$, і ми можемо вибрати $V_1 = L, V_2 = A$ та $V_3 = Y$; батьками PA_3 для $V_3 = Y$ є (L, A). Ми приймемо конвенцію впорядкування, що якщо $m > j$, V_m не є предком V_j. Ми визначаємо розподіл V як марковський відносно САГ G (еквівалентно, коефіцієнти розподілу згідно з САГ G), якщо для кожного j, V_j не залежить від своїх ненащадків за умови своїх батьків. Це останнє твердження математично еквівалентне твердженню, що щільність $f(V)$ змінних V у САГ G задовольняє марковську факторизацію [8]:

$$f(V) = \prod_{j=1}^{M} f(V_j | PA_j) \quad (1)$$

Таким чином, причинно-наслідковий САГ – це САГ, в якому:

1) відсутність стрілки від вузла V_j до V_m (тобто V_j не є батьком V_m) може бути інтерпретована як відсутність прямого причинного впливу V_j на V_m відносно інших змінних на графіку;

2) усі спільні причини, навіть якщо вони не виміряні, будь-якої пари змінних на графіку самі знаходяться на графіку;

3) будь-яка змінна є причиною своїх нащадків.

Причинно-наслідкові САГ не мають практичного використання, якщо ми не зробимо припущення, що пов'язує причинну структуру, представлену САГ, з даними, отриманими в дослідженні. Це припущення, яке називається *причинно-наслідковим припущенням Маркова*, стверджує, що за умови своїх прямих причин змінна V_j не залежить від будь-якої змінної, для якої вона не є причиною. Тобто, за умови своїх батьків, V_j не залежить від своїх ненащадків; отже, причинний САГ є марковським відносно САГ G. [8]

Структурні причинно-наслідкові моделі

Ще одним формалізмом причинно-наслідкових зв'язків, який дозволяє проводити контрфактичний аналіз є структурна причинно-наслідкова модель, яку іноді називають структурною моделлю рівнянь *(англ. structural equation model – SEM)* або функціональною причинно-наслідковою моделлю [7]. У цій моделі ми виражаємо причинно-наслідкові зв'язки за допомогою детермінованих функціональних рівнянь. Цей формалізм відображає концепцію Лапласа про детермінованість природних законів та випадковість як чисто епістемічне поняття [7].

Формально структурна причинно-наслідкова модель (СПМ) складається з двох наборів змінних U та V, а також набору функцій f, які призначають кожній змінній у V значення на основі значень інших змінних у моделі. Отже, можна

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

сформувати ще одне визначення причинно-наслідкового зв'язку: Змінна X є прямою причиною змінної Y, якщо X з'являється у функції, яка призначає значення Y. X є причиною Y, якщо вона є прямою причиною Y або причиною будь-якої іншої змінної, що впливає на Y. [13]

Змінні у множині U називаються *екзогенними змінними*, що приблизно означає, що вони є зовнішніми щодо моделі; ми з тих чи інших причин обираємо не пояснювати, чим вони зумовлені. Змінні у V — *ендогенні*. Кожна ендогенна змінна в моделі є нащадком принаймні однієї екзогенної змінної. Екзогенні змінні не можуть бути нащадками будь-яких інших змінних і, зокрема, не можуть бути нащадками ендогенних змінних; вони не мають предків і на графах зображаються як кореневі вузли. Якщо нам відомі значення всіх екзогенних змінних, то, використовуючи функції з множини f, ми можемо з повною впевненістю визначити значення кожної ендогенної змінної. [13]

Наприклад, припустимо, що ми хочемо дослідити причинні зв'язки між лікуванням X та функцією легень Y у людей, які страждають на астму. Ми можемо припустити, що Y також залежить або «спричиняється» рівнем забруднення повітря, який відображається змінною Z. У цьому випадку ми будемо вважати X та Y ендогенними, а Z — екзогенною змінною. Це тому, що ми припускаємо: забруднення повітря — зовнішній фактор, який не може бути спричинений обраним пацієнтом лікуванням чи його функцією легень.

Кожна структурна причинно-наслідкова модель пов'язана з графічною причинно-наслідковою моделлю, яка являє з себе спрямований ациклічний граф (САГ). Графічні моделі складаються з множини вузлів, що представляють змінні з U і V, та множини ребер між вузлами, що відповідають функціям з f. Графічна модель G для СПМ M містить по одному вузлу для кожної змінної в M. Якщо у M функція f_x для змінної X містить у собі змінну Y (тобто X залежить від Y для свого значення), то у G буде спрямоване ребро від Y до X. Завдяки зв'язку між СПМ та графічними моделями ми можемо дати графічне визначення причинності [13]:

1) якщо у графічній моделі змінна X є «дитиною» змінної Y, то Y є *прямою причиною* X;

2) якщо X є нащадком Y, то Y є *потенційною причиною* X.

Таким чином, причинно-наслідкові моделі та графи кодують причинно-наслідкові припущення.

Наприклад, розгляньмо таку просту структурну причинно-наслідкову модель: *Зарплата залежить від освіти та досвіду*.

$$U = \{X, Y\}, \qquad V = \{Z\}, \qquad F = \{f_z\}$$
$$f_z: Z = 2X + 3Y \tag{2}$$

Ця модель представляє зарплату (Z), яку роботодавець виплачує особі з X роками навчання та Y роками стажу роботи. X та Y обидві фігурують у f_z, тому X та Y є прямими причинами Z. Якби X та Y мали предків, ці предки були б потенційними причинами Z.

Графічна модель для даної СПМ, проілюстрована на (рис. 5), де X вказує на роки навчання, Y — на роки роботи, а Z — на зарплату.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

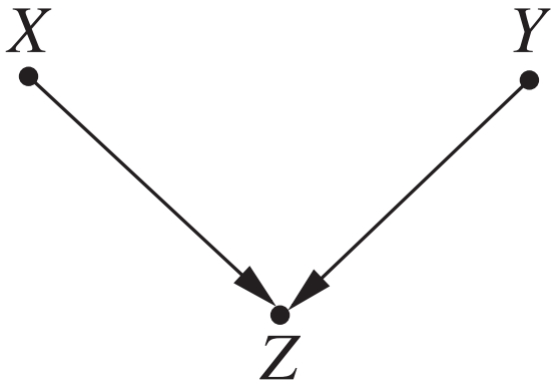


Рис. 5. Графічна модель залежності зарплати від освіти та досвіду

Оскільки існують ребра, що з'єднують Z з X та Y, ми можемо зробити висновок, просто дивлячись на графічну модель, що в моделі є деяка функція f_z, яка призначає Z значення на основі X та Y, і тому X та Y є причинами Z. Однак, без повнішої специфікації СПМ, ми не можемо сказати з графіка, яка функція визначає Z — або, іншими словами, як X та Y спричиняють Z. Якщо графічні моделі містять менше інформації, ніж СПМ, чому ми їх взагалі використовуємо? Є кілька причин. По-перше, зазвичай знання, які ми маємо про причинно-наслідкові зв'язки, не є кількісними, як того вимагає СПМ, а якісними, як представлено в графічній моделі, а, по-друге, графічні моделі забезпечують більш інтуїтивне розуміння причинно-наслідкового зв'язку, ніж СПМ.

Причинно-наслідкові баєсівські мережі

Причинно-наслідкові баєсівські мережі (та пов'язані з ними моделі) визначають щільність для змінної як функцію значень її причин. Баєсівська мережа - це пара $\langle G, P \rangle$ де G – спрямований ациклічний граф, вершинами якого є випадкові змінні, а P - щільність така, що кожна змінна V в G не залежить від змінних, які не є ані нащадками, ані батьками V в G, за умови батьків V в G. У цьому випадку кажуть, що P задовольняє *локальну спрямовану умову Маркова* для G. [14]

Існують дві умови, еквівалентні локальній спрямованій умові Маркова, які корисні для причинно-наслідкового аналізу: глобальна спрямована умова Маркова та факторизація відповідно до G.

Відношення умовної незалежності, що визначаються задоволенням локальної спрямованої умови Маркова для САГ G, також можуть спричиняти інші відношення умовної незалежності. Існує швидкий алгоритм для визначення з G, чи задане відношення умовної незалежності випливає із задоволення локальної спрямованої умови Маркова для G, який використовує відношення d-розділення, відношення між вершинами G. Змінна B є колайдером (v-структурою) на шляху U тоді і тільки тоді, коли U містить підшлях $A \rightarrow B \leftarrow C$. Для непересічних множин вершин X, Y та Z в САГ G, X є d-зв'язним з Y за даними Z тоді і тільки тоді, коли існує ациклічний шлях U між деяким членом x з X та деяким членом y з Y, такий, що кожен колайдер на U є або членом Z, або предком члена Z, і кожен неколайдер на U не знаходиться в Z. Для непересічних множин вершин X, Y та Z, X є d-відокремленим від Y за даними Z тоді і тільки тоді, коли X не є d-зв'язним з Y за даними Z. X є d-відокремленим від

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Y за умовою Z в САГ G, якщо і лише якщо X не залежить від Y, обумовленого Z у кожній щільності, яка задовольняє локальній спрямованій умові Маркова для G. Якщо X не залежить від Y, обумовленого Z в P, коли X d-відокремлений від Y, обумовленого Z в G, тоді P задовольняє *глобальну спрямовану умову Маркова* для G. [15]

Для множини випадкових величин V в G, щільність $P(V)$ розкладається на множники відповідно до САГ G тоді і тільки тоді, коли:

$$P(V) = \prod_{v \in V} P\big(v | Parents(v, G)\big) \quad (3)$$

де $Parents(V, G)$ *– це множина батьків* V *в* G.

Локальна спрямована умова Маркова, глобальна спрямована умова Маркова та факторизація відповідно до САГ G є еквівалентними за м'яких припущень регулярності. САГ також може бути використаний для представлення причинно-наслідкових зв'язків між змінними. A є прямою причиною B відносно набору змінних V у популяції, коли існують дві маніпуляції $V \backslash \{B\}$ (тобто всі змінні у V, крім B, маніпулюють до певних значень), які відрізняються лише значеннями, присвоєними A та які створюють різні щільності ймовірності B. Причинно-наслідковий САГ G для популяції містить ребро $A \rightarrow B$ тоді і тільки тоді, коли A є прямою причиною B у заданій популяції. [16]

Щоб використовувати вибірки з щільностей ймовірності для здійснення причинно-наслідкових висновків, необхідно зробити деякі припущення, що стосуються причинно-наслідкових зв'язків з щільностями ймовірності. Наступне причинно-наслідкове припущення Маркова зазвичай робиться, хоча б неявно. Набір змінних V є причинно достатнім тоді і тільки тоді, коли немає змінної $\mathbf{C}$, яка не входить до V і є прямою причиною більш ніж однієї змінної у V (відносно $V \cup \{C\}$).

Припущення Маркова про причинність: Для причинно достатнього набору змінних V у популяції N з щільністю $P(V)$, $P(V)$ задовольняє локальну спрямовану умову Маркова для причинно-наслідкового САГ N.

Згідно *причинно-наслідковим припущенням Маркова*, у причинно-баєсівській мережі маніпуляція X для $P'(X|Y)$ (де Y вважається таким, що містить лише ненащадків X у причинно-наслідковому САГ G) просто замінює член P(X | Parents(X,G)) у факторизації спільної щільності маніпульованою щільністю $P'(X|Y)$:

$$P(V||P'(X|Y)) = P'(X|Y) \prod_{v \in V \backslash \{X\}} P\big(v | Parents(v, G)\big) \quad (4)$$

Це називається *правилом маніпуляції*. Важливість правила маніпуляції полягає в тому, що якщо причинно-наслідковий САГ відомий, а неманіпульовану щільність можна оцінити з вибірки, це дозволяє передбачити ефект неспостережуваної маніпуляції. [14]

Актуальність та перспективи розвитку Causal AI

Причинно-наслідковий штучний інтелект (Causal AI) — нова галузь, що зосереджена на створенні систем, здатних виявляти, інтерпретувати та використовувати причинно-наслідкові зв’язки. Ця технологія має потенціал заповнити прогалину, яка виникає між накопиченням даних та їх глибоким розумінням. На відміну від традиційних підходів ШІ, що переважно спираються

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

на кореляції та статистичні закономірності, Causal AI прагне виявити фундаментальні структурні залежності, які керують поведінкою систем та процесів у світі. [17]

Багато аналітиків визнають переваги цієї технології для бізнесу з усіх галузей економіки, а провідна американська дослідна компанія Gartner вже декілька років поспіль включає причинно-наслідковий штучний інтелект до переліку технологій, які пропонують трансформаційний потенціал для бізнесу.

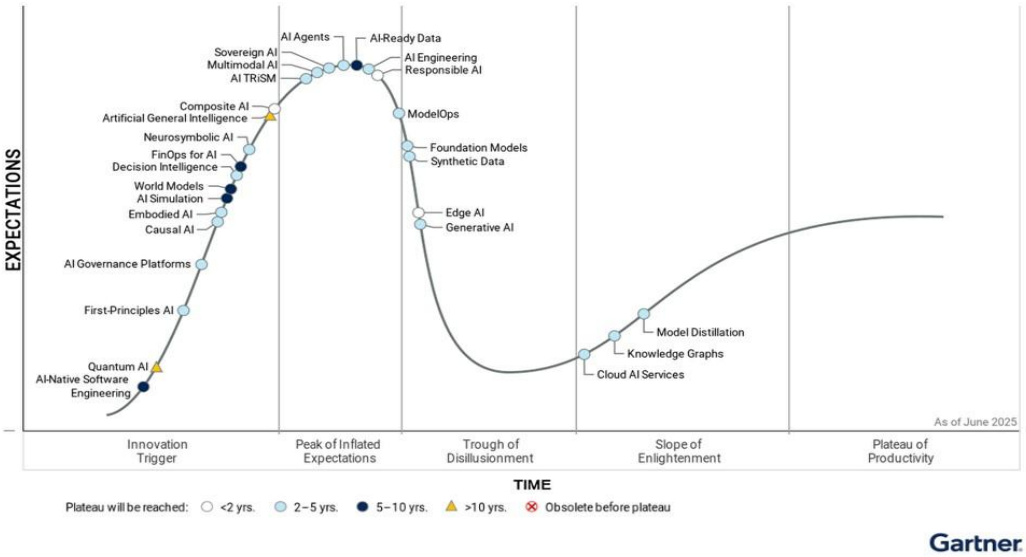


Рис. 10. “Цикл ажіотажу” навколо штучного інтелекту 2025

На кривій Гартнера за 2025 рік (рис. 10) причинно-наслідковий штучний інтелект (Causal AI) розташований на етапі інноваційного тригеру — початковому відрізку кривої, де технологія привертає увагу дослідників, інвесторів та індустрії, але ще не досягла піку завищених очікувань. Це означає, що Causal AI перебуває у фазі активних експериментів, публікацій та перших комерційних спроб, проте широкого впровадження поки немає. Поточне розташування Causal AI на кривій вказує не тільки на високий потенціал розвитку та зростання уваги до даної технології, але також і на потребу у ґрунтовних наукових і прикладних дослідженнях.

Галузь причинно-наслідкового штучного інтелекту активно розвивається завдяки внеску провідних наукових установ, зокрема Інституту Макса Планка, Массачусетського технологічного інституту, Гарвардського університету, Університету Мічигану та Піттсбурзького університету. Саме в цих закладах було закладено основу значної частини фундаментальних робіт з виявлення та виведення причинно-наслідкових зв’язків.

Технологічні гіганти також активно інвестують у розвиток причинно-наслідкового ШІ, інтегруючи його у прикладні системи штучного інтелекту: [3]

– Microsoft Research реалізує проєкт *PyWhy*, який об’єднує зусилля у сфері причинно-наслідкових зв’язків та висновків. У межах цього проєкту розробляються бібліотеки з відкритим кодом, зокрема *DoWhy* та *EconML*, а також нові алгоритми для аналізу гетерогенності та корекції впливу конфаундерів.

– IBM Research має спеціалізовану команду, що працює над причинно-наслідковим зв’язком у біомедичних дослідженнях. Нещодавній проєкт IBM

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

застосував методи причинно-наслідкового аналізу до омікских та клінічних даних, що дало змогу точніше ідентифікувати потенційні цільові молекули, скоригувавши вплив конфаундерів.

– Amazon Research доповнила *DoWhy* новими алгоритмами причинно-наслідкового висновку, які підтримують аналіз першопричин, персоналізовану оцінку політики та контрфактуальні міркування поза межами стандартної оцінки ефекту лікування.

– Google DeepMind та Meta AI інтегрують причинно-наслідкові підходи в системи безпеки ШІ, алгоритми рекомендацій і моделі оптимізації реклами. *Facebook* співпрацює з академічними установами над розробкою методів подвійного машинного навчання для оцінки причинно-наслідкового ефекту, які вже широко застосовуються в економетриці та аналізі політики.

За даними Market Research Future, світовий обсяг ринку Causal AI зросте з приблизно $2,71 млрд у 2025 році до $11,88 млрд у 2034 році, із середньорічним темпом зростання близько 17,8 % [18]. Більш оптимістичний сценарій бачать у Global Insight Services, прогнозуючи зростання з $4,18 млрд у 2025 до $20,8 млрд у 2034 році, із середньорічним темпом зростання близько 19,5 % [19].

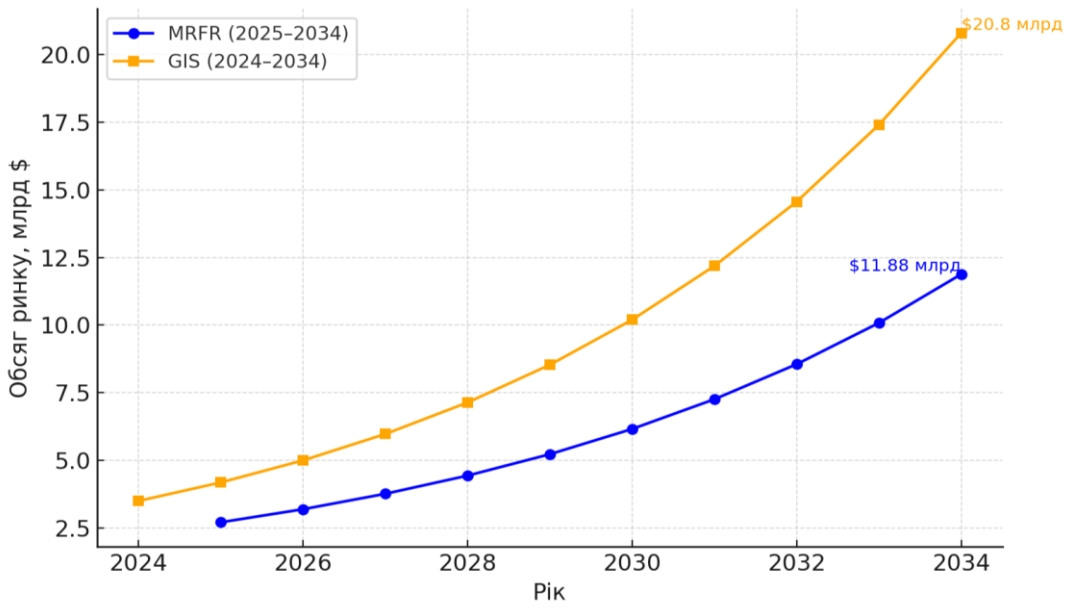


Рис. 11. Прогноз зростання ринку Causal AI

Останні роки демонструють стабільне зростання уваги до причинно-наслідкового штучного інтелекту як у науковому середовищі, так і різних професійних галузях. Кількість публікацій на провідних конференціях і в рецензованих журналах щорічно збільшується, відображаючи активний розвиток методів і практичних застосувань.

За результатами опитування 400 старших фахівців у галузі штучного інтелекту, проведеного компанією Databricks, серед компаній-піонерів у сфері штучного інтелекту 56% вже використовують або експериментують з причинно-наслідковим штучним інтелектом. Крім того, серед загальної кількості опитаних причинно-наслідковий штучний інтелект був визнаний технологією ШІ №1 з тих, що “наразі не застосовуються, але плануються до впровадження

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

протягом наступного року". У дослідженні повідомляється, що 16% вже активно використовують причинно-наслідкові методи, 33% перебувають на експериментальній стадії, а 25% планують впровадити їх. Загалом, 7 з 10 впровадять методи причинно-наслідкового ШІ до 2026 року [20].

Висновки

Causal AI є ключовим фактором розвитку наступного етапу штучного інтелекту, спрямованого на підвищення автономності, стійкості, автоматизації прийняття рішень і наближення до «здорового глузду» у міркуваннях.

Швидкий прогрес у сфері Causal AI — від удосконалення алгоритмів і теоретичних підходів до впровадження у практичні застосування та патентування — демонструє перехід технології від академічних досліджень до широкого використання в промисловості. Ключові методи, розглянуті у статті, включають спрямовані ациклічні графи для структурного моделювання залежностей, структурні причинно-наслідкові моделі для формалізації причинно-наслідкових зв'язків та причинно-наслідкові баєсівські мережі для обчислювальної оцінки ймовірностей і сценаріїв.

На відміну від традиційних моделей ШІ, які аналізують лише кореляції, Causal AI здатний виявляти й використовувати глибинні причинно-наслідкові зв'язки, що лежать в основі процесів. Це відкриває нові горизонти для прогнозування та впливу на результати, дозволяючи організаціям ефективніше досягати цілей і зменшувати ризики.

У найближчі роки Causal AI має всі передумови, щоб змінити підхід до роботи з даними, підвищити точність прогнозів, оптимізувати бізнес-процеси та забезпечити новий рівень інтелектуальних рішень у різних галузях. Подальший розвиток вимагатиме подолання технічних викликів, розробки нових методів оцінки ефективності та інтеграції з іншими підходами штучного інтелекту.

Список використаних джерел:

[1] Why Causal AI is the Next Big Leap in AI Development [Електронний ресурс]. – 2024. – Режим доступу: https://kanerika.com/blogs/causal-ai.
[2] The Case for Causal AI [Електронний ресурс]. – 2020. – Режим доступу: https://ssir.org/articles/entry/the_case_for_causal_ai
[3] Causal AI: Current State-of-the-Art & Future Directions [Електронний ресурс]. – 2025. – Режим доступу: https://medium.com/@alexglee/causal-ai-current-state-of-the-art-future-directions-c17ad57ff879
[4] Pearl, J. The Book of Why: The New Science of Cause and Effect / Judea Pearl, Dana Mackenzie – New York: Hachette Book Group, Inc., 2018 – 402 с.
[5] Introduction to Causal AI: A Paradigm Shift in Data Science [Електронний ресурс]. – 2024. – Режим доступу: https://signalsense.co.uk/introduction-to-causal-ai-a-paradigm-shift-in-data-science/
[6] Correlation vs. Causation | Difference, Designs & Examples [Електронний ресурс]. – 2021. – https://www.scribbr.com/methodology/correlation-vs-causation/
[7] Pearl, J. Causality: Models, Reasoning, and Inference. – Cambridge: Cambridge University Press, 2009 – 486 с.
[8] Hernán, M. A. Causal Inference: What If / Miguel A. Hernán, James M. Robins – Boca Raton: Chapman & Hall/CRC, 2020 – 352 с.

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[9] Peters, J. Elements of Causal Inference / Jonas Peters, Dominik Janzing, Bernhard Scholkopf – Cambridge, MA : MIT Press, 2017 – 288 c.
[10] Koller, D. Probabilistic Graphical Models: Principles and Techniques / Daphne Koller, Nir Friedman – Cambridge, MA : MIT Press, 2009 – 1231 c.
[11] Schölkopf, B. Toward Causal Representation Learning / Bernhard Schölkopf, Francesco Locatello, Stefan Bauer, Nan Rosemary Ke, Nal Kalchbrenner Anirudh Goyal, Yoshua Bengio // Proceedings of the IEEE – 2021 – c.612-634.
[12] Spirtes, P. Causation, Prediction, and Search / Peter Spirtes, Clark Glymour, Richard Scheines – Cambridge, MA : MIT Press, 2001 – 568 c.
[13] Pearl, J. Causal Inference in Statistics: A Primer / Judea Pearl, Madelyn Glymour, Nicholas P. Jewell – Hoboken, New Jersey : John Wiley & Sons, Ltd., 2016 – 160 c.
[14] Introduction to Causal Inference Peter Spirtes // Journal of Machine Learning Research 11 – 2010. – c. 1643-1662.
[15] Pearl, J. Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems: Networks of Plausible Inference – San Francisco : Morgan Kaufmann, 1988 – 574 c.
[16] Lauritzen S. L. Independence properties of directed Markov fields / S. L. Lauritzen A. P. Dawid B. N. Larsen H. G. Leimer // Networks 20 – 1990. – c. 491–505.
[17] Causal AI: the revolution uncovering the 'why' of decision-making [Електронний ресурс]. – 2024. – Режим доступу: https://www.weforum.org/stories/2024/04/causal-ai-decision-making/
[18] Causal AI Market Overview [Електронний ресурс]. – 2025. – Режим доступу: https://www.marketresearchfuture.com/reports/causal-ai-market-23706
[19] Causal AI Market Analysis and Forecast [Електронний ресурс]. – 2025. – Режим доступу: https://www.globalinsightservices.com/reports/causal-ai-market/
[20] Survey report. AI today [Електронний ресурс]. – 2024. – Режим доступу: https://www.databricks.com/sites/default/files/2023-09/ai-today-dataikuxdatabricks.pdf

CAUSAL AI: FROM CORRELATIONAL CONSTRAINTS TO A NEW AI PARADIGM

Borys Golovkin
PhD student of the Department of Software Engineering
National Aerospace University "Kharkiv Aviation Institute", Ukraine

Summary. *Machines' lack of understanding of causal relations is perhaps the biggest roadblock to giving them human-level intelligence. Overcoming this barrier is the primary goal of Causal Artificial Intelligence (Causal AI) — a field increasingly regarded as the logical next step in the evolution of AI following traditional machine learning and generative models. Unlike conventional approaches that are limited to detecting correlations, Causal AI seeks to uncover the true mechanisms driving processes and outcomes, providing explainability, model transferability, and robustness to data shifts.*

This article presents a comprehensive overview of the theoretical foundations, key methods, and practical applications of Causal AI. It examines the concepts of directed acyclic graphs, structural causal models, causal Bayesian networks, as well as the principles of intervention and the Markov assumption. A comparison with classical ML and Generative AI highlights Causal AI's advantages in tasks requiring deeper understanding of causal dependencies. Special attention is given to the relevance of this technology and the analysis of current trends: the growing number of scientific publications and increasing investments in projects related to causal artificial intelligence.

Keywords: *Causal AI, causality, correlation, directed acyclic graphs, structural causal models, Bayesian networks, machine learning, artificial intelligence.*

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ARTICLE

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.054

CRITICAL ASPECTS OF ANDROID APPLICATION SECURITY: THREATS, PRACTICES, AND STANDARDS

Dmytro Boichuk
Senior Member IEEE
Independent researcher,
Solutions Design IT Specialist at TD Bank
Toronto, Canada

Summary. *This article examines the most common vulnerabilities in Android applications and a systematic approach to their prevention. It thoroughly analyzes architectural decisions, data encryption methods, secure API and authorization handling, protection against reverse engineering, as well as modern security analysis tools and international standards such as OWASP MASVS. Several practical examples are provided based on the author's extensive experience in developing secure mobile solutions for the banking, medical, and telecommunications industries. The article emphasizes the importance of implementing security-by-design practices and educating teams on modern security requirements. The paper also addresses the growing role of business involvement in security decision-making.*

Keywords: *Android; vulnerabilities; data protection; mobile security; MASVS; TLS; biometrics; tokens; certification.*

1. Introduction

Android applications are widely used in industries where information security is critical, including financial services, healthcare, logistics, and government portals. The increasing number of attacks on client applications requires developers to deeply understand threats and implement security standards from the architectural stage.

According to OWASP and Statista, more than 75% of publicly available Android apps contain critical vulnerabilities related to data storage, unsecured APIs, or lack of code obfuscation [1]. These figures highlight the scale of the problem and demand not only technical competence from developers but also strategic thinking during system design. Additionally, it is crucial to respond promptly to identified vulnerabilities, not just aim to prevent them.

Given Android's openness and the diversity of device manufacturers, ensuring security is a complex task that requires a comprehensive approach. Security implementation must be a continuous process, covering requirements analysis, architecture, implementation, testing, and operation. Even minor oversights in the early stages can lead to serious consequences in production environments.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

This paper reviews the most common threats and vulnerabilities, as well as effective countermeasures from the perspective of a mobile developer and architect. Special attention is paid to modern analysis tools and recommendations that help build a structured security process. Practical aspects of integrating security requirements into team development are also discussed, which is particularly relevant for scaling products.

2. Architectural Principles and Vulnerabilities

Application architecture directly impacts its overall security. One of the most critical issues is the violation of the principle of least privilege — when modules and components have access to data and functions they do not need. This expands the attack surface and complicates security control.

Using architectural patterns such as MVVM and Clean Architecture helps separate responsibilities across layers (UI, business logic, data) and isolate critical processes [2]. This makes it easier to integrate validation, encryption, and authentication mechanisms at the appropriate levels and improves scalability and maintainability in the long term.

In addition, developers should minimize the number of exported components (Activities, Services, BroadcastReceivers). Each public component is a potential entry point for attackers. Regularly auditing the manifest and using android:exported="false" by default are good practices to reduce the app's attack surface.

3. Data Storage and Protection

One of the most common mistakes is storing tokens, logins, passwords, and other sensitive data in unencrypted form. SharedPreferences, local files, and databases without encryption are especially vulnerable. Attackers can extract such data if they gain physical access to the device or via root permissions.

3.1. Keystore API

Android provides a secure mechanism for storing cryptographic keys using the Keystore API [3]. It can use hardware-backed security modules (Trusted Execution Environment, TEE), preventing keys from being exported outside the device. KeyGenParameterSpec allows you to define key usage policies, including expiration and required authentication. This reduces the chance of abuse even if the app is reverse-engineered.

3.2. EncryptedSharedPreferences and EncryptedFile

Jetpack Security is a key tool for secure preferences and file storage. EncryptedSharedPreferences and EncryptedFile use algorithms compatible with Keystore and provide reliable protection without requiring manual low-level encryption implementation [4].

3.3. Database Protection

For SQLite, the use of SQLCipher is recommended. Solutions such as SafeRoom also offer encryption at the DAO level for Room. Additionally, developers should implement protections against SQL injection and always use parameterized queries.

4. Network Interaction and API Protection

Network communication is one of the primary vectors for attacks on mobile applications. Using open HTTP connections, unrestricted trust in certificate

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

authorities (CAs), and lack of certificate validation are common causes of security breaches.

4.1. HTTPS and TLS

All connections must use TLS 1.2 or higher. Insecure protocols should be disabled via network_security_config.xml, and a list of trusted root CAs should be defined [8]. Certificates must be renewed in advance to avoid functional disruptions.

4.2. Certificate Pinning

Certificate pinning protects against traffic interception via forged certificates [7]. In Android, it can be implemented via OkHttp (using CertificatePinner) or Network Security Config. Careful version control is required to avoid issues during certificate rotation.

4.3. Token Handling

Access and Refresh tokens must be stored securely. The best practice is to store Refresh tokens in the Keystore and keep Access tokens only in memory. Tokens should have expiration policies, support for revocation, and rotation mechanisms in case of suspected compromise.

5. Authentication and Biometric Methods

Reliable authentication is the foundation of secure user interaction. Outdated methods such as login/password without MFA are no longer sufficient.

5.1. OAuth 2.0 and OpenID Connect

These are well-established authorization protocols, especially relevant when working with external providers. PKCE (Proof Key for Code Exchange) protects authorization codes from interception [2]. Strict redirect URI validation and secure token storage are also essential.

5.2. BiometricPrompt

BiometricPrompt is a modern API for integrating fingerprint, face scan, and other biometric authentication [9]. It uses secure hardware modules when available. It can also be combined with PIN or pattern fallback methods.

6. Code and Runtime Protection

6.1. Obfuscation with ProGuard / R8

ProGuard and R8 can hide business logic and protect code from analysis. Obfuscation rules must be carefully configured to preserve the functionality of public APIs. Dummy method chains can also be added to confuse static analysis.

6.2. Reverse Engineering Protection

Defensive techniques include integrity checks for the APK, disabling debugging, detecting root environments, and identifying analysis frameworks (e.g., Frida, Xposed). Apps can disable critical functions or shut down upon detection of such conditions.

6.3. Emulators and Sandboxes

Emulators are often used by attackers to analyze app behavior. Detecting build flags, IMEI anomalies, serial numbers, installed apps, and similar indicators helps restrict functionality on emulated environments.

7. Security Analysis and Testing Tools

7.1. Static and Dynamic Analysis

Tools such as MobSF, jadx, apktool, and Android Lint can detect vulnerabilities before release [5]. Integration into CI/CD ensures issues are addressed early.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

7.2. Integration Testing

In addition to automated checks, manual testing is essential, particularly for high-risk features: authentication, payments, camera, and microphone access. Third-party security audits and penetration testing are strongly recommended.

8. Compliance with International Standards

OWASP MASVS and OWASP Mobile Top 10 provide frameworks for building secure mobile apps. MASVS defines three levels of security checks and offers structured requirements that cover architecture, cryptography, authentication, OS interactions, and APIs [6].

Integrating MASVS into architecture, development, and testing processes ensures consistency and measurability. Regular self-assessments using MASVS help identify weaknesses and track security maturity over time.

9. Conclusion

Android application security is the result of a deliberate, multi-layered strategy. Every app must be designed with architectural isolation, secure data storage, connection protection, and reliable authentication. Security analysis tools and adherence to MASVS standards help mitigate risks and make products globally competitive.

In an era of increasing attacks and regulatory pressure, security is no longer just a technical task — it is a strategic priority for the entire development team. Security must be seen as an investment in the product's future and a foundation for user trust.

Furthermore, no tool or standard can provide absolute protection. Only a holistic approach — including ongoing team education, monitoring emerging threats, and regularly reassessing existing measures — can ensure long-term resilience. Security is a process, not a result, and it must accompany the product throughout its lifecycle.

Security is not just the domain of engineers. Product owners, managers, and even legal departments all share responsibility. Without cross-functional collaboration, achieving a high level of protection is nearly impossible.

References:

[1] OWASP Mobile Security Testing Guide. https://owasp.org/www-project-mobile-security-testing-guide/
[2] Android Developers. Security Best Practices. https://developer.android.com/topic/security/best-practices
[3] Keystore and Security. https://developer.android.com/training/articles/keystore
[4] Encrypted SharedPreferences. https://developer.android.com/topic/security/data
[5] MobSF (Mobile Security Framework). https://github.com/MobSF/Mobile-Security-Framework-MobSF
[6] OWASP MASVS. https://github.com/OWASP/owasp-masvs
[7] OkHttp Certificate Pinning. https://square.github.io/okhttp/features/certpinner/
[8] Android Security Config. https://developer.android.com/training/articles/security-config
[9] BiometricPrompt API. https://developer.android.com/reference/android/hardware/biometrics/BiometricPrompt

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

КРИТИЧНІ АСПЕКТИ БЕЗПЕКИ ANDROID-ДОДАТКІВ: ЗАГРОЗИ, ПРАКТИКИ ТА СТАНДАРТИ

Бойчук Дмитро Сергійовича
незалежний дослідник,
Спеціаліст з проєктування IT-рішень у TD Bank
Торонто, Канада

Анотація. *У статті досліджено найпоширеніші вразливості в Android-додатках та системний підхід до їх запобігання. Проаналізовано архітектурні рішення, методи шифрування даних, безпечну роботу з API та авторизацією, захист від реверс-інжинірингу, а також сучасні інструменти аналізу безпеки та міжнародні стандарти, зокрема OWASP MASVS. Наведено низку практичних прикладів, заснованих на багаторічному досвіді автора у розробці безпечних мобільних рішень для банківської, медичної та телекомунікаційної сфер. Наголошено на важливості впровадження принципів security-by-design та навчання команд сучасним вимогам безпеки. Окрему увагу приділено ролі бізнесу у прийнятті рішень щодо безпеки.*

Ключові слова: *Android; вразливості; захист даних; мобільна безпека; MASVS; TLS; біометрія; токени; сертифікація..*

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ARTICLE

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.055

NEXT-GENERATION INTELLIGENT AUDIT: INNOVATIVE TRANSFORMATION AND STRATEGIC EVOLUTION OF FINANCIAL CONTROL THROUGH AI, XAI, AND AUTONOMOUS DIGITAL PLATFORMS

Serhii Popel
Founder of the IT company Smart, founder of the startup AIditor
Ukraine

Summary. *This study offers an in-depth analysis of the next-generation intelligent audit concept—a financial control system that integrates artificial intelligence (AI), autonomous digital platforms, Explainable AI (XAI), and large language models (LLM). An innovative approach to implementing Audit-as-a-Service (AaaS), specifically tailored to the needs of small and medium-sized enterprises (SMEs), is described. The focus is placed on platform architecture, AI model transparency, personalized analytics, as well as automation of compliance processes and enhancing the strategic value of managerial decision-making.*

Keywords: *Intelligent audit, Audit-as-a-Service, artificial intelligence, Explainable AI, language models, autonomous digital platforms, audit automation, financial control, machine learning, autonomous agents, small and medium-sized enterprises, API interfaces, compliance monitoring, cloud services.*

Introduction: Digital Transformation in Auditing

The global economy today is undergoing a large-scale digital transformation, fundamentally changing the ways in which financial information is processed, verified, and interpreted. Traditional auditing methods, based primarily on selective data analysis, are increasingly losing their effectiveness in a world of exponentially growing data volumes and complex regulatory environments.

Classical approaches no longer meet modern needs, as they cannot respond promptly to the dynamics of business processes or provide forecasts of potential risks. This has led to rising demand for tools that can transform auditing from a traditional retrospective operation into proactive, continuous financial monitoring [2,5].

Next-generation intelligent audit is a direct response to these challenges. It creates an environment where AI, autonomous platforms, XAI, and large language models work in tandem to provide transparent, adaptive, and highly efficient business data analysis. This approach is especially relevant for SMEs, where traditional auditing services are often too costly or difficult to implement [3,7].

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

This article aims to reveal the theoretical foundations and practical capabilities of next-generation intelligent audit, present architectural solutions for the platform, and outline future development directions in the field [1–4].

Foundations of Intelligent Audit

Intelligent audit is a comprehensive approach to processing accounting and financial data based on the synergy of several modern technologies:

Explainable AI (XAI) — systems capable of providing clear, understandable explanations of their analytical conclusions, increasing user trust;

Machine learning and deep learning models — for automated detection of atypical patterns, trends, and potential threats;

Autonomous agents — constant, automated monitoring of key financial indicators;

Large language models (LLM) — enabling intuitive interaction between users and the system in natural language;

API interfaces — for seamless integration with corporate systems such as ERP, CRM, POS, etc.

This integrated approach changes the very nature of auditing—from one-off analysis to continuous, dynamic decision support [2,6].

Audit-as-a-Service (AaaS) as an SME Support Tool

For many SMEs, auditing is a necessity, but high costs and the complexity of routine procedures make it less accessible. The AaaS model offers an innovative solution, turning auditing into a flexible, scalable service that operates on a "pay-as-you-go" basis.

Main advantages of AaaS for SMEs:

- Reduced audit costs;
- Instant online analysis;
- Minimization of human errors through automation;
- Automatic compliance with regulatory requirements;
- Ability to receive personalized recommendations without involving external consultants [3,5].

Architectural Features of the Intelligent Auditor

Intelligent audit systems are implemented as multi-layered modular platforms:

Data integration layer — collects and unifies information from ERP, CRM, banking APIs, and document management systems;

ETL modules — clean, normalize, and transform data for further processing;

Analytical core — includes machine learning algorithms for anomaly detection, forecasting, and clustering, as well as compliance modules for accounting standards;

Explainable AI (XAI) module — ensures transparency and interpretability of analytical conclusions through informative reports;

User interfaces — built on LLMs to simplify communication with the system;

Self-learning mechanisms — improve analytical accuracy based on historical data and business feedback [7–9].

This approach ensures scalability, adaptability, and high efficiency [6,10].

Compliance Automation

A dedicated system component is responsible for monitoring compliance with legislative, tax, and industry standards. The module updates automatically in

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

response to changes in the regulatory landscape, not only detecting violations but also explaining causes and suggesting specific corrective actions [2,5].

Transparency Through Explainable AI (XAI)

One of the key factors in successfully implementing AI in auditing is eliminating the "black box" in decision-making. XAI technologies allow for:

- Increasing business trust through understandable explanations;
- Justifying audit conclusions to regulators;
- Using SHAP and LIME methods to analyze factor influence in detail;
- Presenting results in text, tabular, and visual formats;
- Personalizing models to meet industry and corporate needs [9,11].

Role of Large Language Models (LLM) in User Interaction

LLMs, such as GPT, act as "translators" of complex analytical conclusions into user-friendly formats, providing:

- Natural language interaction;
- Automatic creation of financial summaries and explanations;
- Answers to common queries, such as causes of errors;
- Risk forecasts in an understandable form [8].

Scaling and Personalization of Analytics

Intelligent audit models are trained with consideration of a company's industry, seasonality, revenue and expense structure, and accounting style. This significantly improves recommendation quality and forecast accuracy [3].

The use of cloud services supports updates and personalization for thousands of clients simultaneously, optimizing costs and improving system flexibility [6,10].

Practical Benefits

Next-generation intelligent audit:

- Minimizes human factor influence and reduces fraud risks;
- Detects violations in real time;
- Integrates accounting, management, and analytics into a unified ecosystem;
- Enhances transparency and trust, even in small companies;
- Saves time and resources, focusing experts on strategic priorities [1,4].

Ethical Considerations and Future Research

The use of autonomous AI systems in auditing raises several challenges:

- Ensuring confidentiality and protection of financial and personal data;
- Defining responsibility for machine-made decisions;
- Necessity for transparent, auditable algorithms;
- Aligning system operations with national and international standards;
- Implementing certification for digital auditors [7,9].

Future research should focus on improving model interpretability, developing personalized methodologies, and forming a regulatory framework for AI in auditing.

Conclusion

Next-generation intelligent audit is a comprehensive strategic solution that meets modern business demands for transparency, accessibility, and reliability in financial control. The combination of AI, XAI, autonomous agents, and LLMs opens the door to proactive, adaptive, and understandable auditing.

Modern intelligent platforms create favorable conditions for the large-scale adoption of intelligent auditing across businesses of all sizes, particularly SMEs, helping reduce risks and improve the efficiency of managerial processes [1–11].

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

References:

[1] Omush, A. (2025). *Artificial intelligence in financial auditing: Redefining accuracy and transparency in assurance service*. *EDPACS, 70*(6). https://doi.org/10.1080/07366981.2025.2459490

[2] INTOSAI Journal. (2024). *The use of artificial intelligence (AI) in the execution of audits*. https://intosaijournal.org/journal-entry/the-use-of-artificial-intelligence-ai-in-the-execution-of-audits/

[3] IJNRD. (2024). *AI-based financial auditing system: An analytical approach*. https://www.ijnrd.org/papers/IJNRDTH00148.pdf

[4] IJSRED. (2025). *A study on the impact of artificial intelligence in financial audits*. *International Journal of Scientific Research and Engineering Development, 8*(2). https://www.ijsred.com/volume8/issue2/IJSRED-V8I2P198.pdf

[5] Rahman, A. (2025). *The role of artificial intelligence in modern finance: Current applications and future prospects*. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/387453472_The_Role_of_Artificial_Intelligence_in_Modern_Finance_Current_Applications_and_Future_Prospects

[6] WJARR. (2024). *AI in auditing: A future-oriented perspective*. *World Journal of Advanced Research and Reviews, 22*(1). https://wjarr.com/sites/default/files/WJARR-2024-0460.pdf

[7] Universität Graz. (n.d.). *Artificial intelligence in auditing systems* [Master's thesis, Universität Graz]. https://unipub.uni-graz.at/obvugrhs/download/pdf/10133676

[8] Issa, H., & Kogan, A. (2023). Artificial intelligence (AI) and the accounting function. *Journal of Emerging Technologies in Accounting, 17*(1), 99–113. https://publications.aaahq.org/jeta/article-abstract/17/1/99/9313/Artificial-Intelligence-AI-and-the-Accounting?redirectedFrom=fulltext

[9] Kokina, J., Pachamanova, D., & Corbett, A. (2025). A framework for evaluating the explainability of artificial intelligence models in accounting and auditing. *Journal of Accounting and Public Policy*. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1467089525000107

[10] Thomson Reuters. (2024). *Navigating the new era of auditing with AI technology: Meet audit intelligence analyze*. https://tax.thomsonreuters.com/blog/navigating-the-new-era-of-auditing-with-ai-technology-meet-audit-intelligence-analyze/

[11] Wolters Kluwer. (2024). *Artificial intelligence & auditing: Enhancing the audit lifecycle*. https://www.wolterskluwer.com/en/expert-insights/artificial-intelligence-auditing-enhancing-audit-lifecycle

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АУДИТ НАСТУПНОГО ПОКОЛІННЯ: ІННОВАЦІЙНА ТРАНСФОРМАЦІЯ ТА СТРАТЕГІЧНА ЕВОЛЮЦІЯ ФІНАНСОВОГО КОНТРОЛЮ ЗА ДОПОМОГОЮ ШІ, XAI ТА АВТОНОМНИХ ЦИФРОВИХ ПЛАТФОРМ

Сергій Попель
засновник IT компанії Smart, засновник стартапу AIditor
Україна

Анотація. *У цьому дослідженні пропонується глибинний аналіз концепції інтелектуального аудиту нового покоління — системи фінансового контролю, яка інтегрує штучний інтелект (ШІ), автономні цифрові платформи, Explainable AI (XAI) та великі мовні моделі (LLM). Описано інноваційний підхід реалізації Audit-as-a-Service (AaaS),*

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

що спеціально адаптований для потреб малого та середнього бізнесу (МСБ). Акцент зроблено на структурі платформи, прозорості моделей ШІ, індивідуалізації аналітики, а також на автоматизації процесів відповідності нормативам (compliance) і підвищенні стратегічної цінності управлінських рішень.

Ключові слова: *Інтелектуальний аудит, Audit-as-a-Service, штучний інтелект, Explainable AI, мовні моделі, автономні цифрові платформи, автоматизація аудиту, фінансовий контроль, машинне навчання, автономні агенти, малий і середній бізнес, API-інтерфейси, моніторинг compliance, хмарні сервіси.*

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ISSN 2710–3056

ARTICLE

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.056

АНАЛІЗ КОМПОНЕНТІВ ЖИВИХ І ШТУЧНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Вишняков Володимир Михайлович
канд. техн. наук, доцент,
доцент кафедри кібербезбеки та комп'ютерної інженерії
Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

Воронежський Кирило Володимирович
Магістр правознавства, помічник адвоката
Адвокатське Бюро "Цапенко і Партнери", Україна

Анотація. *У статті запропоновано розширене поняття інформаційної системи, за яку вважається будь-яка система штучного або природного походження, у якій присутня інформація. Базуючись на цьому понятті інформаційної системи, розглянуто функції компонентів живих і штучних інформаційних систем. Виділено поняття пасивної системи, яка здатна лише зберігати інформацію, а також активної системи, яка здатна виконувати дії під впливом інформації. Розглянуто елементи життєвого інформаційного циклу, який забезпечує можливість збереження життя разом з необхідною інформацією протягом мільярдів років за рахунок копіювання молекули ДНК під час поділу живих клітин. Проаналізовано процеси передачі інформації у штучних і живих системах і показано, що необхідною вимогою до відправника і одержувача інформації є знання значення сигналу та його характеристик. Без цього передача інформації між системами неможлива. Оскільки для отримання цих знань необхідно передати додаткову інформацію, то утворюється нескінченний цикл. Єдиний спосіб усунути цей цикл – попередньо надати вказані знання кожній системі. Це означає, що всі системи, які здатні спілкуватись між собою, походять від єдиної батьківської системи, яка надала їм ці знання. Іншого варіанту для забезпечення можливості передачі інформації між системами немає. Надано пропозиції щодо захисту від планетарних катастроф для того, щоб не повторювати людству долю динозаврів.*

Ключові слова: *інформаційні системи; інформаційні процеси у живих клітинах; життєвий інформаційний цикл; передача інформації між системами.*

Розширення поняття інформаційної системи та мета роботи

Загальновідомо, що інформаційні системи є творінням людства. Згідно стандарту ДСТУ 2392-94: Інформаційна система — комунікаційна система, що забезпечує збирання, пошук, оброблення та пересилання інформації [1]. Але усі ці дії може виконувати кожна людина, що дозволяє вважати людей живими інформаційними системами. Від часу, коли стало відомо, що ДНК є не лише кислотою, але й сховищем життєво важливої інформації, виникла наукова задача щодо дослідження інформаційних процесів у живих системах. У зв'язку з цим з'явилась потреба розширити поняття інформаційної системи таким чином, щоб воно охоплювало, як штучні, так і живі системи різної складності та функціональності з можливістю їх порівняльного аналізу.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Надалі під інформаційною системою будемо розуміти будь-яку систему штучного або природного походження, у якій присутня інформація.

Для штучних систем немає проблем щодо визначення того, яку саме інформацію, на якому носії і з якою метою закладено розробниками у систему. У живих системах можуть виникати проблеми з пошуком відповіді на ці питання, але результати досліджень у мікробіології протягом останніх десятиріч свідчать про суттєві успіхи у подоланні цих проблем.

Одними з перших штучних інформаційних систем вважають бібліотеки. Хоч книги є головною складовою бібліотек, але над інформацією вони виконують лише функцію зберігання. Такі системи, як книги, згідно термінології у галузі захисту інформації слід віднести до пасивних об'єктів (*passive object*) [2]. Ці об'єкти можуть використовуватись як джерело або сховище інформації. Активні дії з бібліотечними книгами виконують лише люди (персонал бібліотек і читачі). Живі системи також мають пасивний компонент у вигляді молекули ДНК. Над цим компонентом виконують дії РНК-полімераза, яка утворює копії ділянок ДНК у вигляді ланцюгів РНК [3], та ДНК-полімераза, яка створює копію молекули ДНК в цілому [4].

З появою та подальшим розвитком обчислювальної техніки і мереж зв'язку штучні інформаційні системи опанували чимало напрямів людської діяльності, включно з інтелектуальною. Але не слід забувати, що усі штучні системи зі своїми інтелектуальними можливостями беруть початок і мають успіхи лише завдяки людському інтелекту, який створено живою природою. Тому дослідження саме живих інформаційних систем може надати розуміння важливості процесів здобування, накопичення та використання інформації, що є головними результатами та основним надбанням діяльності людства.

Метою даної роботи є виявлення спільних закономірностей перетворення інформації у штучних і живих інформаційних системах.

Дослідження функціонування активних інформаційних систем

Під активними інформаційними системами будемо розуміти ті, що здатні виконувати дії під впливом інформації. У складі таких систем повинні бути елементи для перетворення характеристик зовнішнього середовища у сигнали. Ці сигнали можуть порівнюватись з внутрішньою інформацією системи для вибору тих чи інших рішень щодо виконання дій. Крім того, у системі повинні бути механізми або органи для виконання обраних дії. Перелік необхідних властивостей активної інформаційної системи надано у таблиці (табл. 1).

Таблиця 1

Необхідні властивості діючої (активної) інформаційної системи

Позначення властивості	Назва властивості	Опис властивості
M (*Memory*)	Пам'ять	Збереження інформації у вигляді, який дозволяє використовувати її для вибору тої чи іншої дії
S (*Sensor*)	Чутливість	Сприйняття певних характеристик зовнішнього середовища
C (*Choice*)	Здатність вибирати	Можливість обирати ту чи іншу дію в залежності від збереженої інформації та зовнішніх факторів
E (*Execution*)	Дієздатність	Здатність виконувати обрані дії

взято з [5]

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Однією з найпростіших штучних активних систем є регулятор тиску у вигляді гирі, яка затуляє отвір на кришці котла, що показаний на (рис. 1).



Рис. 1. Система регулювання тиску у вигляді гирі

Інформацію про потрібне значення тиску закладають у вагу гирі. Ця ж гиря, крім носія інформації, є клапаном. У разі перевищення заданого значення тиску газ піднімає гирю і виходить на зовні. Таким чином, у одному елементі може поєднуватись низка властивостей діючої інформаційної системи. Нижня частина гирі повинна щільно прилягати до країв отвору у кришці щоб не допустити випуску газу до набуття потрібного значення тиску. Кріплення гирі повинно бути таким, щоб забезпечувати її рух угору та донизу у потрібних межах. Оскільки матеріальні об'єкти мають чимало різних характеристик, то деякі з них можуть грати роль носіїв інформації, а інші – належати виконавчим механізмам. Зі збільшенням кількості дій, які здатна виконувати система, зростає кількість потрібної інформації. У системах, що не можуть себе копіювати (розмножуватись), інформація з часом руйнується і вони перестають бути інформаційними. Збереження інформації на довгий час забезпечується лише копіюванням систем здатних до розмноження в цілому, що відбувається у всіх живих організмах. У них життєво важлива інформація зберігається на носії у вигляді молекул ДНК, які копіюються під час розмноження. Одним з прикладів таких організмів є бактерії, які існують на Землі протягом 3,5 млрд. років. Дослідниками інституту JCVI (The J. Craig Venter Institute) експериментально доведено, що інформація, яка потрібна для забезпечення існування бактерії, зосереджена виключно у послідовності нуклеотидів молекули ДНК. Для цього було занесено в пам'ять комп'ютера послідовність символів *A*, *G*, *C*, *T*, яка відповідала послідовності нуклеотидів у ДНК бактерії *Mycoplasma mycoides* (*A* – аденін, *G* – гуанін, *C* – цитозин, *T* – тимін). З комп'ютерної пам'яті було синтезовано штучну ДНК. Заміна у живій бактерії природної ДНК на штучну не вплинула на життєдіяльність бактерії [6]. Це свідчить, що у цій послідовності цілком достатньо інформації для розмноження даної бактерії. Наступним значним результатом досліджень інституту *JCVI* було отримання мінімального геному організму, який був би здатен розмножуватись автономно [7]. Для цього з ДНК бактерії видаляли різні ділянки та перевіряли здатність розмножуватись. Отриману бактерію з мінімізованим геномом було названо *JCVI-syn*3.0. У ДНК цієї бактерії залишилась 531 тис. пар нуклеотидів, що є меншим за всі відомі живі

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

істоти, які здатні до автономного розмноження. Подальші спроби скорочення призводили до втрати здатності розмноження. Це вказує на існування деякої мінімальної множини перетворень, без якої розмноження відбуватись не може. Дослідженнями на молекулярному рівні крок за кроком виявляється, що ці перетворення виконують біологічні інформаційні системи, у які інформація закладається з молекули ДНК. Для доведення цього твердження слід у кожній з цих систем визначити форму зберігання інформації, а також дії, які виконуються під її впливом. Протягом останніх десятиліть це вивчається біологами. Вже розкрито базові біологічні системи і процеси інформаційного циклу розмноження живої клітини. Перелік найбільш відомих з цих систем, які є необхідними у життєвому циклі, надано у таблиці (табл. 2).

Таблиця 2

Основні системи інформаційного життєвого циклу

Назва інформаційної системи	Головна функція інформаційної системи
ДНК	Збереження інформації для побудови усіх елементів організму
РНК-полімераза	Копіювання ділянок ДНК у ланцюги РНК, з яких починається побудова усіх елементів організму
rRNA (*ribosome*)	Синтез білків, з яких утворюються РНК-полімерази, ДНК-полімераза та інші складні системи
mRNA (Матрична РНК)	Доставка команд керування синтезом білків
tRNA (Транспортна РНК)	Доставка амінокислот для синтезу білків
Aminoacyl tRNA synthetase	Пошук амінокислот та їх приєднання до *tRNA*
RNase (Рибонуклеаза)	Розрізання ланцюгів РНК
ДНК-полімераза	Копіювання молекули ДНК

[авторська розробка]

У різних організмів існують відмінності щодо структури вказаних у цій таблиці систем, але головна функція залишається незмінною абсолютно для всіх організмів з клітинною структурою. Такі системи, як віруси, що не мають власних клітин, існують лише завдяки клітинам, до яких вони приєднуються для розмноження. Без цього віруси не можуть розмножуватись, що унеможливлює продовження їх самостійного існування.

Життєвий цикл клітини починається з діяльності РНК-полімерази, яка копіює інформацію з ділянок ДНК у ланцюги РНК. Це продемонстровано на електронній мікрофотографії, яку показано на рисунку (рис. 2), а схему діяльності однієї окремої РНК-полімерази показано на рисунку (рис. 3) [3].

Деякі утворені ланцюги РНК одразу стають діючими системами шляхом з'єднання між собою своїх нуклеотидів. Прикладом такої системи є *hairpin* (шпилька). Єдина функція цієї системи полягає у від'єднанні ланцюгу РНК від системи РНК-полімерази. Хоч ця система виконує чимало складних дій таких, як розпізнавання ДНК та охоплення її таким чином, щоб забезпечувався постійний рух вздовж ДНК у певному напрямку. Крім того РНК-полімераза у процесі цього руху розпізнає кожен нуклеотид ДНК і після виявлення комбінації, яка має назву *promoter* [8], розпочинає створювати ланцюг РНК. Для цього треба у навколишньому середовищі (цитоплазмі) відшукувати та приєднувати один до

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

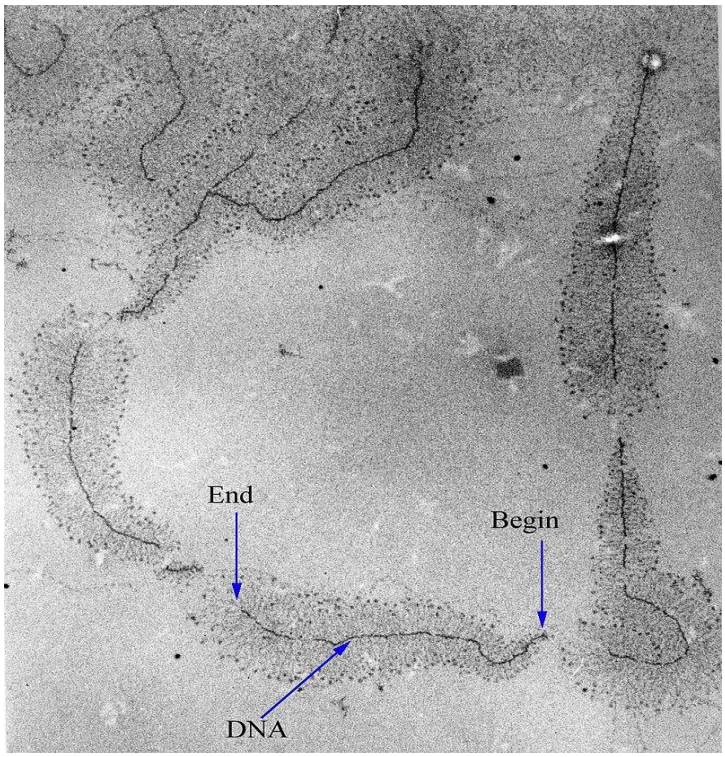


Рис. 2. Електронна фотографія молекули ДНК (*DNA*) в оточенні РНК-полімераз.

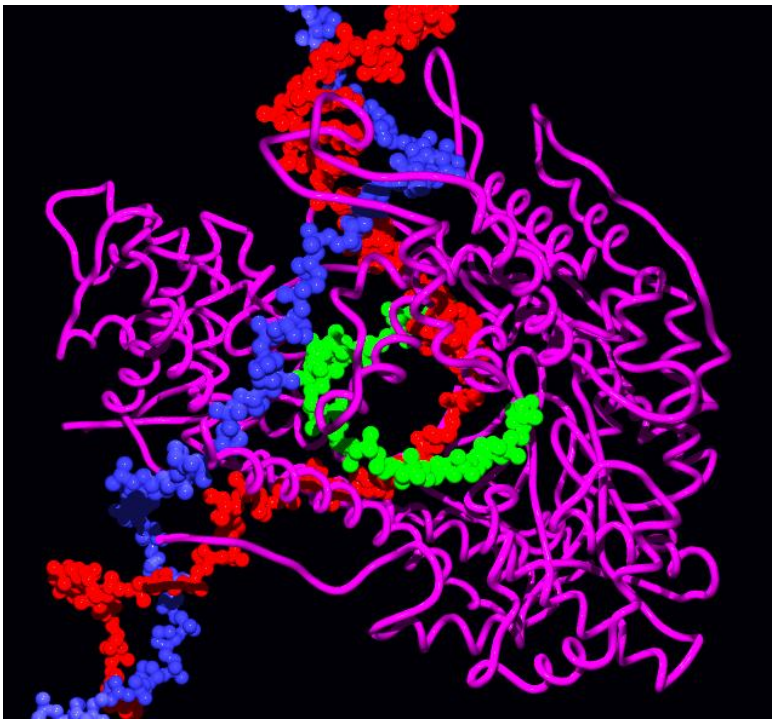


Рис. 3. Схема діяльності РНК-полімерази, яка утворює копію ділянки ДНК у вигляді ланцюгу РНК (прийнято такі кольорові позначення: базовий ланцюг ДНК – синій, допоміжний ланцюг ДНК – червоний, копія з ділянки ДНК у ланцюг РНК – зелений, складові білки РНК-полімерази – фіолетовий)

одного потрібні нуклеотиди. Але від'єднання створеного ланцюгу РНК слід робити вже поза межами РНК-полімерази. Тому потрібна система *hairpin*, яка після виконання своєї дії руйнується, перетворюючись на матеріал для синтезу

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

нових ланцюгів РНК. На прикладі цієї системи покажемо як за допомогою процедури копіювання утворюється засіб для виконання дії.

У молекулі ДНК є ділянка *CGGGCGGCTTTCCGCCCG*, копія якої стає цим засобом. Копії ділянок ДНК, які виробляє РНК-полімераза, являють собою ланцюги РНК, де кожному нуклеотиду базового ланцюга ДНК відповідає нуклеотид РНК згідно таблиці (табл. 3).

Таблиця 3

Відповідність нуклеотидів під час копіювання інформації з молекули ДНК у ланцюг РНК

Тип нуклеотиду у базовому ланцюгу молекули ДНК	Тип нуклеотиду у ланцюгу РНК
A – аденін	*U* – урацил
G – гуанін	*C* – цитозин
C – цитозин	*G* – гуанін
T – тимін	*A* – аденін

[авторська розробка]

Згідно відповідності, копія ділянки ДНК *CGGGCGGCTTTCCGCCCG* буде мати послідовність нуклеотидів у РНК *GCCCGCCGAAAGGCGGGC*. Враховуючи, що нуклеотиди *C* та *G* мають протилежний електричний заряд, між ними діє сила притягання. Через цю силу виникає рух нуклеотидів, який на рисунку (рис. 4) показано стрілками.

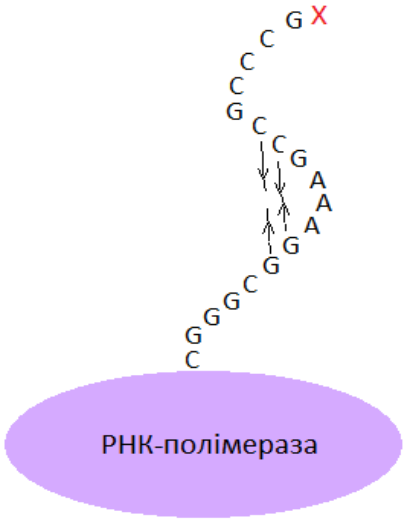


Рис. 4. Початкова стадія утворення системи *hairpin* (шпильки)

Під час зближення нуклеотидів з протилежним зарядом сила взаємного притягання між ними збільшується. Одночасно з цим зростає швидкість їх руху до моменту з'єднання, який показано на (рис. 5).



Рис. 5. Вигляд механізму *hairpin* після завершення процесу з'єднання нуклеотидів з протилежним електричним зарядом

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Результатом процесу зближення нуклеотидів є розірвання ланцюгу РНК у потрібному місці, яке позначено пунктиром на (рис. 5). Особливістю системи *hairpin* є те, що ті самі нуклеотиди, які несуть інформацію, завдяки своїм фізичним властивостям використовуються як виконавчий механізм. Дія системи *hairpin* залежить від характеристик середовища (цитоплазми), у яке потрапляє ланцюг РНК. Швидкість, з якою відбувається утворення ланцюгу РНК, лежить в межах від 10 до 100 нуклеотидів за секунду. Швидкість просування ланцюгу РНК у цитоплазмі повинна бути узгоджена з цією швидкістю. Якщо швидкість просування буде низькою, то може утворитись скупчення нуклеотидів і система *hairpin* не зможе розірвати ланцюг. У разі високої швидкості просування ланцюг РНК буде мати форму прямої і сили притягання нуклеотидів не зможуть діяти, бо слід спочатку зігнути ланцюг. Цьому згинанню сприяє те, що цитоплазма живої клітини перебуває у постійному русі. Оскільки цей рух не може мати сталий напрямок і постійну швидкість, то ланцюг неодмінно буде згинатись, що стане початком дії системи *hairpin*. Для побудови більш складних систем використовується притягання між нуклеотидами *U* та *A*, які притягуються з меншою силою ніж у пари *CG*. Прикладом такої системи є тРНК (транспортна РНК), яка доставляє амінокислоти до рибосоми. На першому етапі, завдяки силам притягання нуклеотидів, формується структура, яка у розгорнутому вигляді має форму, що показана на рисунку (рис. 6).

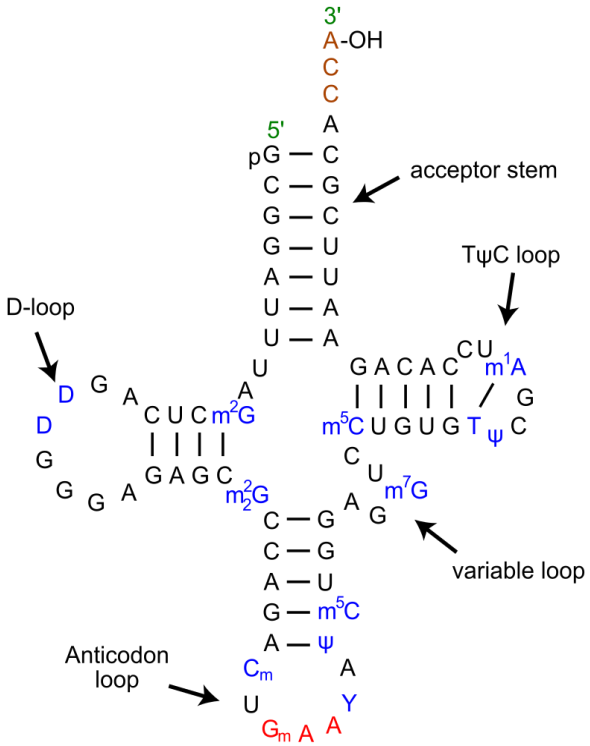


Рис. 6. Структура сполук нуклеотидів у транспортній РНК

Завдяки притяганню один до одного комплементарних нуклеотидів (*GC* та *UA*) створений для побудови тРНК ланцюг згортається, утворюючи стійку просторову структуру, що показана на (рис. 7).

Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

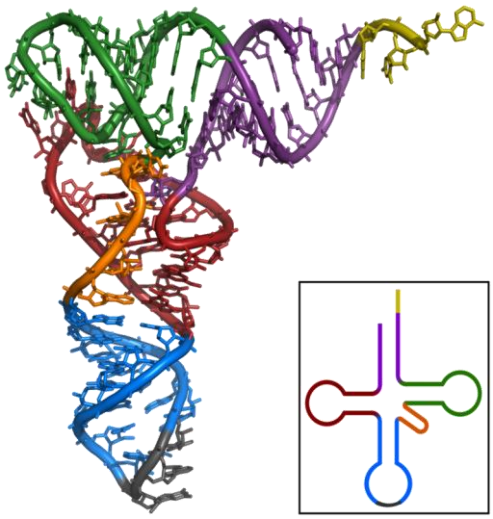


Рис. 7. Тривимірна структура транспортної РНК

Форма структури, що представлена на (рис. 7), пояснюється властивістю скручування здвоєних ланцюгів нуклеотидів (приблизно один оберт на 10,4 пар нуклеотидів). Легко помітити, що у показаній на рис. 6 структурі, всі з'єднання ділянок РНК утворюються відповідно до інформації з ДНК, яка вказує який нуклеотид до якого слід приєднати. Це означає, що дії, які відбуваються під час побудови елементів живих клітин обумовлені послідовністю нуклеотидів у ДНК. З цього витікає, що у послідовності нуклеотидів ДНК запрограмована технологія побудови транспортної РНК. На ділянках, де утворюються петлі, є вказівки щодо взаємодії з іншими біологічними системами. Наприклад, три нуклеотиди, які мають назву *Triplet* [9] (показані знизу на рис. 6), є вказівкою рибосомі про те, у яке місце слід приєднати амінокислоту, яку доставлено цією транспортною РНК.

Таким чином, завдяки дослідженням мікробіологів крок за кроком з'ясовується у яких місцях послідовності нуклеотидів ДНК надано інформацію щодо побудови біологічних інформаційних систем живої клітини. Також там надано інформацію про дії кожної системи у навколишньому середовищі, включаючи взаємодію з іншими системами живої клітини.

Аналіз процесів передачі інформації у штучних і живих системах

У класичній моделі процесу передачі інформації, яку зображено на (рис. 8) було передбачено джерело завад, що можна розглядати, як додавання деякого випадкового процесу до сигналу [10].

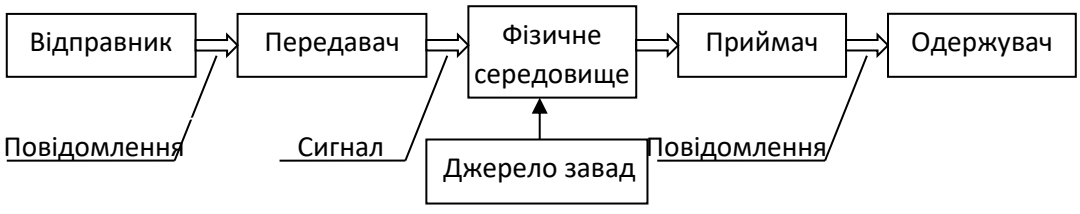


Рис. 8. Модель системи передачі від засновника теорії інформації К.Шеннона

Важливим результатом цієї роботи К. Шеннона є доведення можливості абсолютного захисту інформації шляхом додавання випадкового процесу до сигналу. Надано приклад такого криптографічного перетворення, яке було

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

запатентовано ще у 1919 році американським телеграфістом Вернамом і широко використовувалось у дипломатичній та військовій сферах у XX віці. Зараз це перетворення називають One-time pad (одноразовий блокнот) або шифр Вернама [11]. Недоліком цього шифру є те, що ключ для шифрування повинен бути не меншим за довжину повідомлення. Додавання випадкового процесу до сигналу може цілком знищити інформацію. Але є можливість її відновлення шляхом віднімання такого ж процесу. Для відновлення потрібно запам'ятати цей випадковий процес і використовувати його в якості ключа для отримання інформації.

Важливу роль в живих системах передачі інформації відіграє джерело завад. Через завади виникають випадкові зміни у молекулі ДНК. Якщо ці зміни не призведуть до втрати можливості розмноження, то може випадково утворитись більш придатна для виживання істота. Такі зміни прийнято називати мутаціями. Вони можуть відбуватись, як поза межами життєвого циклу, так і в його межах, але за умов збереження його функціональності. При цьому у системі добуваються і впроваджуються нові знання методом спроб і помилок. Цей метод передбачає, що для досягнення успіху слід мати можливість виконання значної кількості помилкових спроб. Саме так відбувається еволюційний розвиток живих істот.

Проаналізуємо процес передачі інформації у штучній системі на прикладі агентури часів Другої світової війни. Сигналом небезпеки для агентів, які прямували до конспіративної квартири, було обрано горщик з квітами у вікні. У разі небезпеки агент, який знаходився у квартирі, повинен був розмістити на вікні горщик з квітами. З цього прикладу бачимо, що утворювач системи передачі інформації повинен обрати якійсь носій інформації (типу горщика з квітами). Також слід призначити інформаційну ознаку для носія і передати інформацію кожній із сторін про цю ознаку і її значення. Виходить, що для створення системи передачі інформації треба передати деяку інформацію, а для цього, у свою чергу, також необхідно створити систему передачі інформації. Іншими словами, виходить нескінчений цикл. Усунути цю проблему можна у разі коли сторони мають спільне походження від однієї інформаційної системи, де вони повинні отримати знання про те, як обмінюватись інформацією.

Конкретизуємо як відбувається передача інформації про небезпеку в даній системі. Ця інформація утворюється агентом в конспіративній квартирі на основі його спостережень. Через систему пересилається лише ознака носія, а саме місце розміщення горщика з квітами. Для отримання інформації агент, який прямує до конспіративної квартири, повинен додати до цієї ознаки свої знання щодо носія інформації. Таким чином, бачимо, що передається через систему не сама інформація, а лише її деяка ознака. Слід зауважити, що так відбувається в усіх без винятку системах передачі.

Для аналізу процесу передачі інформації у живій природі розглянемо дії РНК-полімерази у бактеріальній клітині. Рухаючись вздовж молекули ДНК, РНК-полімераза аналізує послідовність нуклеотидів з метою виявлення комбінації *TATAAT*, суть якої полягає в тому, що слід розпочинати процес копіювання. Під час копіювання продовжується аналіз послідовності нуклеотидів для виявлення комбінації *AAAA*, яка означає, що слід завершити процедуру

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

копіювання і повернутись до пошуку чергової комбінації *TATAAT*. З цього прикладу витікає, що у систему РНК-полімераза заздалегідь закладені знання про значення комбінацій *TATAAT* і *AAAA*, без чого процес передачі керуючої інформації від ДНК до РНК-полімерази був би неможливим.

З цих прикладів витікає, що, як у штучних, так і у живих системах, необхідною вимогою до учасників процесу передачі інформації є знання значень параметрів носія. Без цього передача інформації між учасниками неможлива. Оскільки для отримання цих знань також треба передати інформацію, то утворюється нескінчений цикл. Для запобігання цьому циклу треба, щоб учасники мали зв'язок з однією інформаційною системою, де надаються знання щодо обміну інформацією. Це означає, що усі системи, які здатні спілкуватись між собою походять від єдиної материнської системи. Іншого варіанту для забезпечення можливості обміну інформацією не існує [12]. Це твердження можна вважати загальним законом передачі інформації для живих і штучних інформаційних систем.

Аналіз глобальної інформаційної системи

Не має сумнівів, що людство є частиною глобальної інформаційної системи життя, гіпотетична мета якої полягає у самозбереженні в умовах неосяжного Всесвіту. Однією з перших форм життя на Землі були бактерії, структура і принципи існування яких досліджені на рівні молекул. Відомо, що інформаційною основою бактерій є молекула ДНК, без якої їх існування неможливе. Існує декілька гіпотез щодо появи життя на Землі, але вони стосуються хімічних та фізичних процесів, а інформаційним процесам при цьому не приділялося достатньої уваги. Наше дослідження спрямовано на усунення цього недоліку, а саме на розгляд розвитку життя як інформаційної системи. Перелік усіх відомих елементарних дій над інформацією надано у таблиці (табл. 4).

Таблиця 4

Елементарні дії, які можуть виконуватись над інформацією

Назва дії над інформацією	Виконавець дії
Створення (завдяки чутливості)	Інформаційна система
Запам'ятовування	Інформаційна система
Копіювання (на внутрішні чи зовнішні носії)	Інформаційна система
Зберігання	Будь-який фізичний носій
Знищення (часткове або повне)	Деякий фізичний процес
Використання у процедурах вибору	Інформаційна система
Спотворення випадкове	Випадковий фізичний процес
Спотворення умисне	Інформаційна система
Перетворення (кодування)	Інформаційна система
Створення (завдяки фантазуванню)	Інформаційна система
Сприйняття від інших систем (через носії)	Інформаційна система

[авторська розробка]

Складні дії з інформацією можуть бути розкладені на елементарні, що наведені у (табл. 4). Необхідною умовою для утворення інформаційної системи є наявність пам’яті, де може зберігатись інформація. Усі дії щодо створення

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

інформації можуть виконуватись лише інформаційними системи. Одна дія, виконавцем якої є випадковий фізичний процес (спотворення інформації), може утворити нову інформацію. Але виконання цієї дії також неможливе без наявності інформації, бо треба мати інформацію для спотворення.

Оскільки не існує жодної дії, яка б дозволяла отримувати інформацію з матерії чи енергії фізичним чи хімічним шляхом без участі інформації, то це свідчить про величезну цінність накопиченої людством інформації. Вважаючи те, що ми живемо в умовах можливих непередбачуваних глобальних загроз, то лише набуття і збереження набутих знань має здатність врятувати наші здобутки від таких загроз. Наприклад, відомий випадок загибелі динозаврів, які фактично опанували планету, володіючи значною фізичною силою, але в них не було знань про те, як берегтись від планетарних катастроф. Знаючи про випадок з динозаврами і володіючи певними знаннями, людство має шанси не повторювати їх долю. Зрозуміло, що такий порятунку потребує добування, накопичення, збереження та використання інформації. Одним із очевидних методів захисту від планетарних катастроф є створення осередків життя на різних космічних об'єктах чи планетах. З цього витікає, що для глобального захисту треба стимулювати розвиток напрямків діяльності щодо добування, накопичення та використання знань для забезпечення такого захисту.

Висновки та пропозиції

З метою надання можливості порівняльного аналізу штучних і живих інформаційних систем різної складності та функціональності, запропоновано під інформаційною системою розуміти будь-яку систему штучного або природного походження, у якій присутня інформація. Виділено поняття пасивної системи, яка здатна лише зберігати інформацію, а також активної системи, яка здатна виконувати дії під впливом інформації.

На основі аналізу елементів життєвого інформаційного циклу показано, що збереження інформації на довгий час забезпечується лише копіюванням систем здатних до розмноження в цілому, що відбувається у всіх живих організмах.

Проаналізовано процеси передачі інформації у штучних і живих системах і показано, що необхідною вимогою до відправника і одержувача інформації є знання значення сигналу та його характеристик. Без цього передача інформації між системами неможлива. Оскільки для отримання цих знань необхідно передати додаткову інформацію, то утворюється нескінченний цикл. Єдиний спосіб усунути цей цикл – попередньо надати вказані знання кожній системі. Це означає, що всі системи, які здатні спілкуватись між собою, походять від єдиної батьківської системи, яка надала їм ці знання. Іншого варіанту для забезпечення можливості передачі інформації між системами немає. Це можна вважати загальним законом передачі інформації для живих і штучних інформаційних систем

Вважаючи, що людство є частиною глобальної інформаційної системи життя, гіпотетична мета якої полягає у самозбереженні в умовах неосяжного Всесвіту. Знаючи про випадок з динозаврами і володіючи певними знаннями, людство має шанси не повторювати їх долю. Одним із очевидних методів захисту від планетарних катастроф є створення осередків життя на різних

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

космічних об'єктах чи планетах. З цього витікає, що для глобального захисту треба стимулювати розвиток напрямків діяльності людства, щодо добування, накопичення та використання знань для забезпечення такого захисту.

Список використаних джерел:

[1] ДСТУ 2392-94 Інформація та документація. Базові поняття
[2] НД ТЗІ 1.1-003-99. Термінологія в галузі захисту інформації в комп'ютерних системах від несанкціонованого доступу. – Чинний з 28.04.1999. – К.: ДСТСЗІ СБ України, 1999. – 24 с.
[3] RNA polymerase. From Wikipedia, the free encyclopedia. https://en.wikipedia.org/wiki/RNA_polymerase
[4] DNA polymerase. From Wikipedia, the free encyclopedia. https://en.wikipedia.org/wiki/DNA_polymerase
[5] Вишняков, В. (2023). Принципи розвитку інформаційних систем. *Grail of Science*, (27), 347–353. https://doi.org/10.36074/grail-of-science.12.05.2023.054
[6] Gibson D.G., Glass J.I. & et al. (2010). Creation of a bacterial cell controlled by a chemically synthesized genome. Science (New York, N.Y.). 2010-07-02; 329.5987: 52-6. https://www.jcvi.org/publications/creation-bacterial-cell-controlled-chemically-synthesized-genome
[7] Hutchison C.A., Chuang R.Y. & et al. (2016). Design and synthesis of a minimal bacterial genome. Science (New York, N.Y.). 2016-03-25; 351.6280: aad6253. https://www.jcvi.org/publications/design-and-synthesis-minimal-bacterial-genome
[8] Promoter. From Wikipedia, the free encyclopedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Promoter_(genetics)
[9] Triplet. From Wikipedia, the free encyclopedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Triplet
[10] Shannon C. E. (1948) A Mathematical Theory of Communication.— Bell System Technical Journal, 1948. — Т. 27. — С. 379—423.
[11] One-time pad. From Wikipedia, the free encyclopedia. https://en.wikipedia.org/wiki/One-time_pad
[12] Vyshniakov V., Voronezhskyi K. (2025) Specification of Concepts Regarding The Information Transfer Process. The IV International Scientific and Practical Conference. «Education, Law and Public Administration – New Development Trends» (ELPA–NDT) March 27-28, 2025. - С 55-58 https://drive.google.com/file/d/19-GTjiesjasJKim9eNV7zNcbm6YKsFHL/view

ANALYSIS OF COMPONENTS OF LIVING AND ARTIFICIAL INFORMATION SYSTEMS

Volodymyr Vyshniakov
Ph.D. in Technical Sciences, Associate professor,
associate professor of the Department of Cyber Security and Computer Engineering
Kyiv National University of Construction and Architecture, Ukraine
Kyrylo Voronezhskyi
Master of Laws, assistant attorney
Law Office "Tsapenko & Partners", Kyiv, Ukraine

Summary. *The article proposes an expanded concept of an information system, which is considered to be any system of artificial or natural origin in which information is present. Based on this concept*

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

of an information system, the functions of components of living and artificial information systems are considered. The concept of a passive system, which is only capable of storing information, as well as an active system, which is capable of performing actions under the influence of information, is highlighted. The elements of the life information cycle are considered, which provides the possibility of preserving life along with the necessary information for billions of years by copying the DNA molecule during the division of living cells. The processes of information transmission in artificial and living systems are analyzed and it is shown that a necessary requirement for the sender and receiver of information is knowledge of the meaning of the signal and its characteristics. Without this, information transfer between systems is impossible. Since additional information must be transmitted to obtain this knowledge, an endless cycle is formed. The only way to break this cycle is to provide each system with the specified knowledge in advance. This means that all systems that are capable of communicating with each other descend from a single parent system that provided them with this knowledge. There is no other option to ensure the ability to transfer information between systems. Suggestions are made for protection against planetary catastrophes in order to prevent humanity from repeating the fate of the dinosaurs.

Keywords: *information systems; information processes in living cells; information life cycle; information transfer between systems.*

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ARTICLE

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.057

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ РОЗРОБЛЕНОГО ІНСТРУМЕНТУ CIDER ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕСТУВАННЯ БІБЛІОТЕК ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ЯКЕ НАПИСАНО НА МОВІ ПРОГРАМУВАННЯ C++

НАУКОВО-ДОСЛІДНА ГРУПА:

Коломійцев Олексій Володимирович
д-р техн. наук, професор, Заслужений винахідник України,
професор кафедри
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна

Гулевич Михайло Володимирович
аспірант кафедри
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна

Собора Анатолій Іванович
канд. техн. наук, ст. дослідник,
провідний науковий співробітник
Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової технік, Україна

Лільчицький Вадим Ігорович
начальник науково-дослідного відділу
Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової технік, Україна

Коломієць Богдан Іванович
провідний науковий співробітник – провідний інженер-випробувач
Навчально-науковий випробувальний полігон високотехнологічного озброєння та військової техніки, Україна

Харченко Олексій Леонідович
провідний науковий співробітник – провідний інженер-випробувач
Навчально-науковий випробувальний полігон високотехнологічного озброєння та військової техніки, Україна

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Ясинський Олександр Миколайович
старший науковий співробітник науково-дослідної лабораторії
Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Україна

Богдан Сергій Іванович
науковий співробітник – інженер-випробувач
Навчально-науковий випробувальний полігон високотехнологічного озброєння та військової техніки, Україна

Коломієць Володимир Вікторович
науковий співробітник – інженер-випробувач
Навчально-науковий випробувальний полігон високотехнологічного озброєння та військової техніки, Україна

Трифоненко Костянтин Юрійович
науковий співробітник
Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Україна

Хроль Леонід Олександрович
науковий співробітник
Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Україна

Шендрик Володимир Іванович
молодший науковий співробітник науково-дослідного відділу
Навчально-науковий випробувальний полігон високотехнологічного озброєння та військової техніки, Україна

Анотація. *В статті розкрито особливості застосування методів автоматизованої генерації тестів для програмного забезпечення C++. Досліджено та порівняно основні методи автоматизованої генерації тестів: конколічне та символічне виконання, еволюційні алгоритми, навчання з підкріпленням, тестування на основі моделей та пошукове тестування. Запропоновано інструмент CIDER, який здійснює автоматизоване рішення шляхом генерації тестових сценаріїв на основі записаних виконань програм із використанням гармонічного пошуку для оптимізації вхідних даних. Визначені методи та найкращі практики, які є найбільш ефективними для подолання виявлених обмежень інструмента CIDER. Представлено огляд основних технік автоматизації тестування, а також їх класифікацію відповідно до релевантності для удосконалення інструменту CIDER.*

Ключові слова: *автоматизована генерація тестів, програмне забезпечення, метод, сценарій, база даних, алгоритм, інструмент, техніка тестування, удосконалення, мова програмування*

Вступ. Бурхливий розвиток інформаційних технологій висуває високі вимоги до постійного забезпечення безпеки даних (інформації), що змушує

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

приватні компанії здійснювати інвестиції у захисні заходи під час розробки складних систем. Програмне забезпечення (ПЗ), яке написано на мові програмування (МП) C++, складається з великої кількості компонентів, що взаємодіють між собою через публічні інтерфейси. Такі компоненти можуть обмінюватися даними (інформацією) не тільки у межах одного процесу, але й між різними електронними обчислювальними машинами (ЕОМ, персональними комп'ютерами), що ускладнює процес тестування. Ізоляція компонента зменшує надлишкову складність, що дозволяє упевнитись, що кожна частина системи працює у штатному режимі (очікувано). При цьому, тести для компонентів пишуться мовами сценаріїв, які мають відмінність від мови оригінального коду, для перевірки проблемних гілок виконання та специфічних вхідних даних.

Тому, пошук рішення питання щодо автоматичної генерації тестів для ПЗ, яке написано на МП C++, активно ведеться упродовж останніх років. Хоча, інструменти та методи автоматизованого юніт-тестування широко досліджені та застосовуються для МП Java та Python, специфіка МП C++ створює додаткові труднощі під час вирішення цього питання. Незважаючи на прогрес у сфері автоматичної генерації юніт-тестів для C++ ПЗ, усе ще залишаються виклики. Зокрема, обробка складних мовних конструкцій, таких як: шаблони, макроси та арифметика вказівників. Також, необхідно досягти балансу між ефективністю проведення тестування ПЗ, його повнотою та масштабованістю, як однієї з ключових концепцій філософії МП C++.

Таким чином, розробка інструменту CIDER, який забезпечить автоматизацію тестування бібліотек ПЗ, яке написано на МП C++, є актуальним науковим завданням.

Основна частина. Відомий інструмент автоматизованого юніт-тестування CITRUS [1], який використовується для ПЗ, яке написано на МП C++, генерує набори тестів на основі аналізу вихідного коду та побудови послідовностей викликів методів. Інструмент покращує покриття коду за рахунок використання *libfuzzer*, який змінює значення згенерованих аргументів викликів функцій. Даний інструмент демонструє здатність створювати тестові набори з високим рівнем покриття гілок та викликів функцій, що досягає до 95% в одному з експериментальних середовищ.

Відомий інструмент KLOVER [2], який використовує техніку символьного виконання для генерації тестових вхідних даних, досягаючи високого структурного покриття ПЗ. ПЗ, яке написано на МП C++, компілюється у байткод LLVM [3] та виконується інструментом KLOVER з одночасним збором статистики та діагностичної інформації. Експерименти проводилися на чотирьох промислових програмах об'ємом до 3 тис. рядків коду та вказують на позитивні результати порівняно з ручним тестуванням.

Відомий інструмент PAULS [4], який орієнтований на генерацію тестів для МП Java. Інструмент використовує динамічний аналіз виконання ПЗ для виведення моделі послідовностей викликів у поєднанні зі статичним аналізом залежностей між викликами на основі спільних аргументів. Дослідження спрямоване на оптимізацію існуючих юніт-тестів за показниками покриття коду, розміру вихідного коду тестових випадків та виявлення надлишкових тестів. За результатами дослідження отримано значне покращення покриття коду у шести *open source* бібліотеках, що дозволяє удосконалити наявні тестові набори.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Однак, альтернативні методи та інструменти часто мають основні недоліки у вигляді некоректних послідовностей викликів та нерелевантної генерації вхідних даних, що призводить до високого відсотка помилкових тестів.

У статті запропоновано та представлено новий інструмент (підхід), за допомогою якого здійснюється автоматична генерація тестових сценаріїв під назвою CIDER. На відміну від вищерозглянутих інструментів, запропонований інструмент орієнтований на підхід до тестування програмного коду C++ на основі створення інтерпретованих сценаріїв. Згенеровані скрипти можуть використовуватися у компонентних тестових наборах для промислових проектів.

Інструмент CIDER базується на підході запису виконання оригінальних тестових наборів. Тобто, сценарії формуються безпосередньо під час виконання цільового застосунку, який використовує бібліотеку, що тестується. Завдяки такому підходу послідовності викликів методів, які генеруються, відповідають фактичному виконанню програми. Отже, ймовірність появи некоректних та беззмістовних викликів усувається. Далі скрипти оптимізуються для досягнення вищого покриття коду та зберігаються у тестовому наборі.

До загального процесу генерації скриптів та ключовим особливостям реалізації інструмента CIDER відносяться наступні. Експериментальне середовище включає дві open-source бібліотеки на МП C++ Hjson [5] та Pugixml [6]. Проведено дослідження, яке спрямоване на відповіді на наступні запитання:

RQ1 – чи є виконання скриптів, згенерованих інструментом CIDER, порівнюваним за покриттям коду з виконанням оригінальних тестових наборів?

RQ2 – чи можливо здійснити оптимізацію згенерованих сценарієв з точки зору покриття коду?

Проведено огляд процесу інструментації. Отже, формалізований процес використання інструменту CIDER складається з наступних етапів (рис. 1):

– парсинг заголовкових файлів цільової бібліотеки T у абстрактне синтаксичне дерево (AST) для виявлення усіх функцій та параметрів із відповідними типами;

– генерація обгорткових файлів C++, які містять спеціальні хуки для збору даних про виклики функцій;

– компіляція та побудова бібліотеки T', яка містить необхідні засоби для трасування;

– генерація конфігураційних файлів (*.swig) на основі AST для генератора SWIG [7], що використовується для створення зв'язків між МП C++ та мовою сценаріїв;

– виклик генератора SWIG для отримання C++ вихідних файлів із прив'язками до мови сценаріїв *Lua*;

– компіляція та побудова бібліотеки *L* з отриманих на попередньому етапі джерел (така бібліотека використовується інтерпретатором *Lua* для виконання згенерованих скриптів);

– ін'єкція бібліотеки T' у цільовий застосунок та запуск виконуваного файлу для отримання даних сесії, що використовуються для генерації сценарію *S*;

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

– генерація *Lua*-скрипту S на основі зібраних даних виконання;

– виконання скрипту S у інтерпретаторі *Lua* з підключеною бібліотекою T та обробка інформації про покриття коду;

– оптимізація сценарію S за допомогою метаевристичного алгоритму гармонічного пошуку (*Harmony Search*);

– збереження оптимізованої версії S' до тестового набору регресивного тестування.

У запропонованої моделі кожне виконання програми представлено як сукупність тестових сценаріїв, кожний з яких складається з послідовності викликів методів з відповідними аргументами.

Кожен аргумент має один із підтримуваних C++ типів та значення, яке фіксується під час виконання.

Підтримуються наступні типи аргументів:

– рядки (std::string, const char тощо*);
– цілі числа (int, short, unsigned int тощо);
– булеві значення (змінні);
– числа з плаваючою комою (float, double);
– користувацькі типи (перелічення, класи, структури тощо).

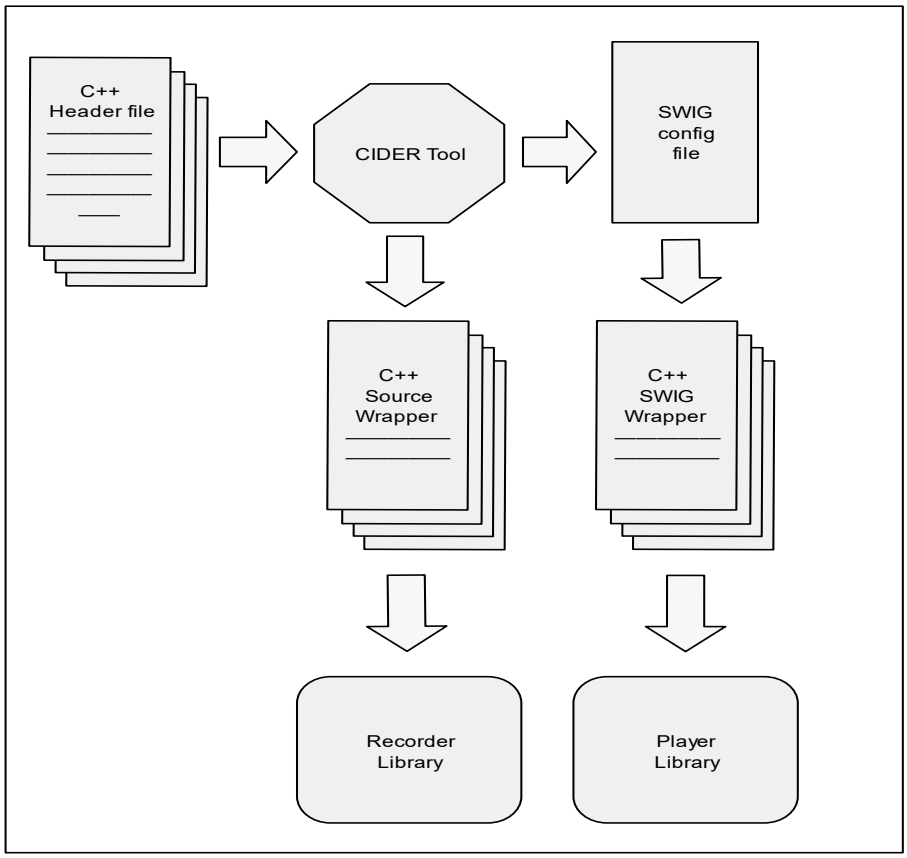


Рис. 1. Схема процесу інструментації CIDER

Після запису даних сценарію вони можуть бути або мутовані, або перетворені на *lua*-скрипт [8]. На рис. 2 наведено приклад фрагментів записаних даних виконання.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Проведено оптимізацію аргументів сценарію на основі ідеї за класичним алгоритмом оптимізації гармонічного пошуку (Harmony Search, HS), який уперше запропонував Z. Geem у 2001 році [9]. Вибір даного метаевристичного алгоритму обумовлений тим, що він показав високу ефективність у порівнянні з іншими, а також є не чутливим до параметрів налаштування [10].

Постановку задачі сформовано як пошук максимального значення функції покриття для заданого сценарію. Сценарій S подається як послідовність викликів функцій за наступною формулою:

$$\mathrm{S} = \{\mathrm{F}_1, \mathrm{F}_2, \dots, \mathrm{F}_\mathrm{n}\}, \quad \mathrm{n} \in \mathbb{N} \tag{1}$$

де n *– кількість викликів.*

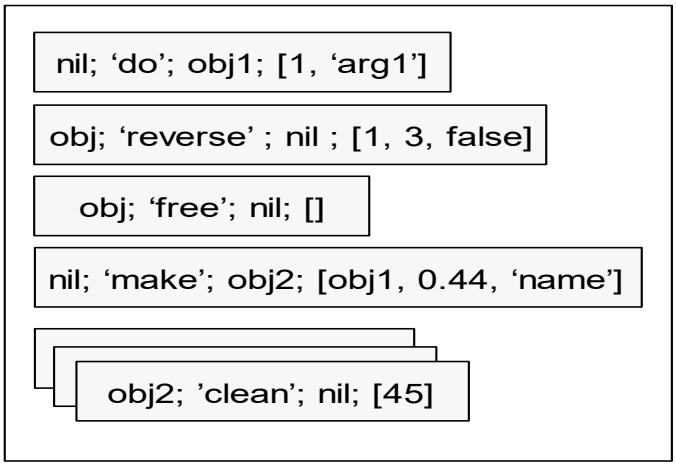


Рис. 2. Приклад записаних даних виконання програми

Кожен виклик F_j може бути або методом класу, або вільною функцією з m_j аргументами:

$$\mathrm{F_j} = \mathrm{F}\left(\mathrm{x_1}, \mathrm{x_2}, \dots, \mathrm{x_{m_j}}\right), \quad \mathrm{m_j} \in \mathbb{N}. \tag{2}$$

Тоді, скрипт S_i можливо представити як функцію, яка приймає усі аргументи з усіх складових функцій:

$$\mathrm{S} = \mathrm{S}(\mathrm{x_1}, \mathrm{x_2}, \dots, \mathrm{x_l}), \quad \mathrm{l} = \sum_{\mathrm{j}=1}^{\mathrm{n}} \mathrm{m_j}. \tag{3}$$

Цільову функцію для алгоритму гармонічного пошуку можливо записати у наступному вигляді:

$$\mathrm{C(S)} = \mathrm{C}(\mathrm{x_1}, \mathrm{x_2}, \dots, \mathrm{x_l}). \tag{4}$$

Кількість сценаріїв, які можуть зберігатися у пам’яті, дорівнює *k* – розміру гармонічної пам’яті H_m , яка містить усі аргументи згенерованих сценаріїв:

$$\mathrm{H_m} = \begin{pmatrix} \mathrm{x_{11}} & \mathrm{x_{12}} & \cdots & \mathrm{x_{1l}} \\ \mathrm{x_{21}} & \mathrm{x_{22}} & \cdots & \mathrm{x_{2l}} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \cdots \\ \mathrm{x_{k1}} & \mathrm{x_{k2}} & \cdots & \mathrm{x_{kl}} \end{pmatrix}, \tag{5}$$

де x_{1i} *– аргументи першого сценарію* S_1, $i \in [1 : l\,]$.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Гармонія з пам'яті використовується з ймовірністю θ – коефіцієнтом врахування пам'яті. Під час генерації нової гармонії кожен аргумент може мутувати з ймовірністю ζ – ймвірність мутації. Для кожного типу аргументів в табл. 1 наведено формули мутацій.

Таблиця 1

Формули мутації аргументів

Тип аргументу	Формула мутації
Integers, *Floating points*	$I_i' = \mathrm{XOR}(I_i[\mathrm{k}], U_{int}^{0,255}),$ $k = U_{int}^{0,sizeof(T)-1}$
Booleans	$B_i' = U_{int}^{0,1}$
Enums	$E_i = \{e_1, e_2, \ldots, e_m\},$ $E_i' = E_i[l],\ l = U_{int}^{0,m}$

Значення $I_i[k]$ представляє байт із індексом k у значенні типу *integer*, де k обирається з рівномірного розподілу у діапазоні від 0 до розміру типу у байтах мінус 1. На приклад, для типу *char* індекс завжди дорівнює 0. Дана формула вперше була запропонована M. Zalewski та використовується у *libFuzzer* [11].

Для *булевих* значень нове значення обирається з рівномірного розподілу між 0 та 1. Для *enum*-типів усі допустимі значення збираються у масив E_i, з якого вибирається випадковий елемент за індексом *l*, що визначається рівномірним розподілом. Для цілих чисел мутація не змінює кількість байтів, які представляють тип аргументу.

Рядкові значення не мутуються, оскільки це може зруйнувати контекст та зробити дані нерелевантними (на приклад, у випадку, коли рядки представляють *JSON*-дані).

Проведено експериментальне дослідження. Експериментальне середовище включає дві *open-source* бібліотеки на C++, які широко використовуються у промислових програмних проєктах. У табл. 2 наведено об'єкти дослідження.

Таблиця 2

Об'єкти дослідження

Бібліотека	Хеш репозиторію	Розмір вихідного коду (LoC)	Розмір тестових наборів (LoC)
Hjson	f18f03f	3936	1970
Pugixml	b2b4664	8943	8800

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Інтерфейси бібліотек розібрано у AST, після чого згенеровано обгортки, які вбудовано у оригінальні тестові набори. Набори запущено та з них згенеровано скрипти. На рис. 3. наведено приклад такого скрипту.

```
1. object_1 = hjson.Value(hjson.UChar(248))
2. object_2 = hjson.Value(hjson.Char(100))
3. object_4 = hjson.plusOp(object_1, object_2)
4. hjson.equalEqualOp(object_4,
hjson.Int(350))
5. object_4 = hjson.plusOp(object_2, object_1)
```

Рис. 3. Приклад згенерованої частини скрипту для бібліотеки Hjson

Показники покриття коду для оригінального тестового набору TS_o та згенерованого скрипту S_c наведені у табл. 3. Значення відрізняються тим, що зумовлено природою C++. Тобто, не усі функції мають сенс у контексті *Lua*. На приклад, оператори переміщення та копіювання не можуть бути відображені однозначно, оскільки *Lua* не підтримує *r-value* посилання. Також, порівняно час на виконання тестів для оригінальних та згенерованих сценаріїв (табл. 4). Тести виконувалися на MacBook Pro 2019 із процесором Intel Core i7 (2,6 ГГц, 6 ядер), 16 ГБ DDR4 (2666 МГц) та SSD на 512 ГБ.

Таблиця 3

Порівняння покриття для оригінальних тестових наборів та згенерованих скриптів

Бібліотека	Line Cov (%)		Branch Cov (%)		Function Cov (%)	
	TS_o	S_c	TS_o	S_c	TS_o	S_c
Hjson	86,6	82,8	52,3	48,3	50,2	49,3
Pugixml	72,2	68,9	61,1	58,9	68,1	66,3

Таблиця 4

Порівняння середнього часу на виконання

Бібліотека	S_c кількість інструкцій	Середній час виконання (мс)	
		TS_o	S_c
Hjson	4178	635	649
Pugixml	17050	57	406

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Генеровані скрипти виконані покроково.

На рис. 4 та 5 представлені отримані результати часу на виконання та покриття коду.

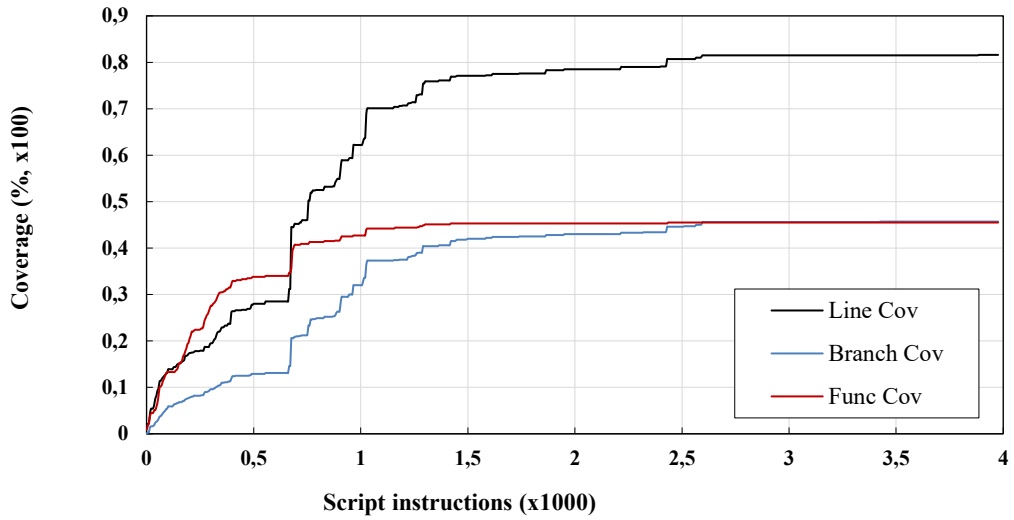


Рис. 4. Залежність інструкцій скриптів покриття Hjson

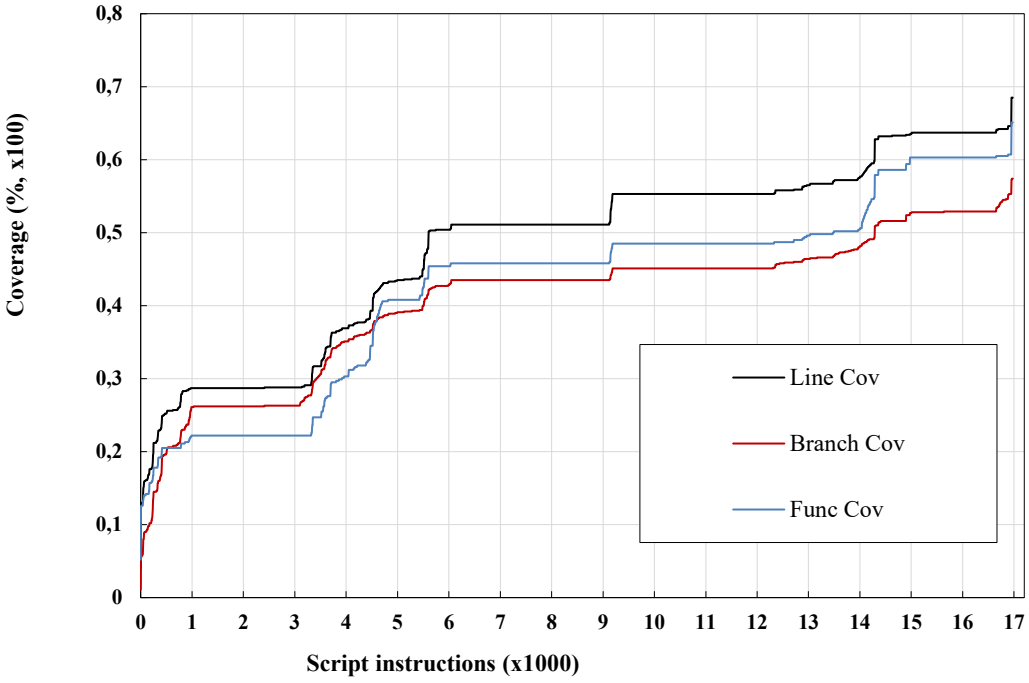


Рис. 5. Залежність інструкцій скрипту покриття Pugixml

Для обох бібліотек виявлено ділянки сценаріїв, де покриття коду не змінюється. Ділянки містять подібні інструкції зі змінними параметрами, які можливо оптимізувати за допомогою алгоритму гармонічного пошуку, не додаючи нових викликів функцій.

Оптимізацію виконано з *середньою кількістю ітерацій – 5000*. При цьому, найефективнішими виявилися наступні параметри:

$$H_m=10;\quad \theta = 0.5;\quad \zeta = 0.2.$$

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Критерій зупинки: відсутність нових рішень у пам'яті протягом 300 ітерацій.

Порівняння результатів покриття коду для оптимізованого та початкового скриптів наведено у табл. 5.

Таблиця 5

Порівняння результатів покриття коду для оптимізованого та початкового скриптів

Бібліотека	Line Cov (%)		Branch Cov (%)		Function Cov (%)	
	S_c	S_c^o	S_c	S_c^o	S_c	S_c^o
Hjson	82,8	83,4	48,3	49,3	49,3	50,8
Pugixml	68,9	73,2	58,9	62,8	66,3	67,1

На рис. 6 наведено отримані результати порівняння оптимізованого скрипту *Hjson* з оригінальним.

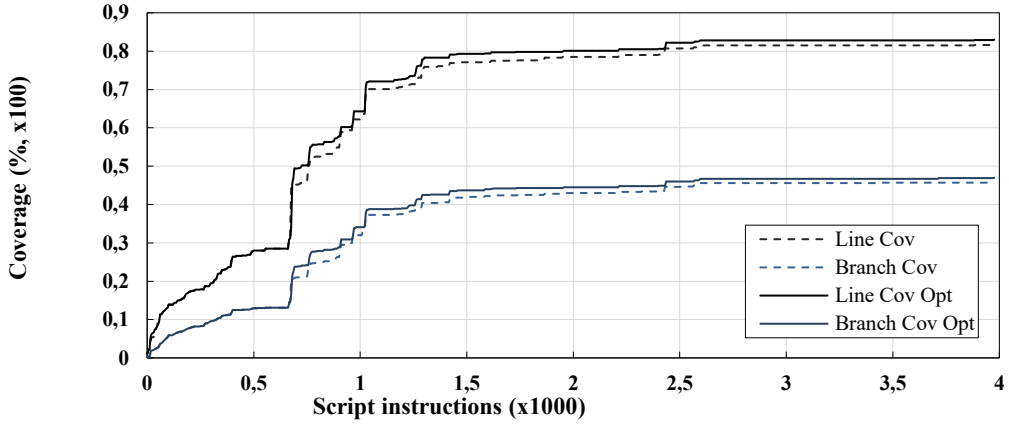


Рис. 6. Порівняння оптимізованого скрипту *Hjson* з оригінальним

На рис. 7 наведено отримані результати порівняння оптимізованого скрипту *Pugixml* з оригінальним.

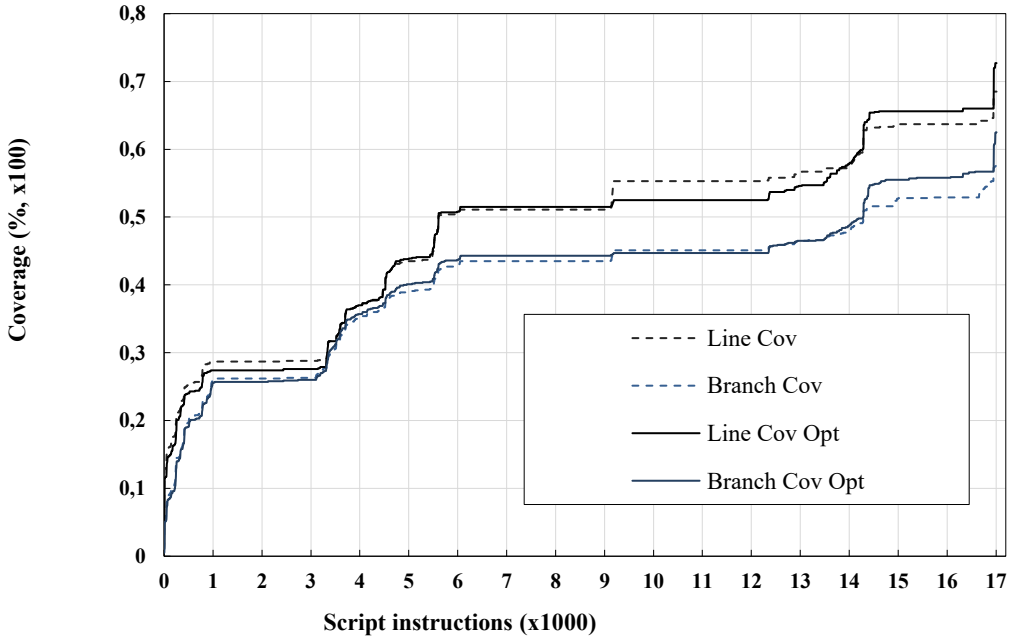


Рис. 7. Порівняння оптимізованого скрипту *Pugixml* з оригінальним

Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Висновки. Таким чином, розроблено інструмент CIDER, який забезпечує автоматизацію тестування бібліотек ПЗ, яке написано на МП C++. Інструмент призначено для асистованої генерації тестових сценаріїв.

Проведено експерименти на сторонніх бібліотеках. За їх результатами встановлено, що згенеровані сценарії мають порівнянне покриття коду та час на виконання з оригінальними тестовими наборами.

Згенеровані скрипти оптимізовано за допомогою алгоритму гармонічного пошуку, що дозволило підвищити ефективність сценаріїв.

Отримані результати можуть бути використані для розширення (удосконалення) існуючих регресивних тестів.

Покроковий аналіз покриття виявив ділянки оригінальних тестів, які можуть бути покращені шляхом мутації параметрів, без необхідності додавання нових викликів.

За проведеними експериментальними дослідженнями встановлдено, що для бібліотеки *Hjson*, яка вже мала високе покриття, приріст менший, ніж для *Pugixml*.

Для подальших досліджень представлений підхід може бути розвинений за рахунок генерації коректних послідовностей методів, що дозволить як розширити простір пошуку, так й підвищити ефективність оптимізації тестових сценаріїв.

Список використаних джерел:

[1] Yunho, K., Kim, M., & Kim, Y. (2022). CITRUS: Automated Unit Testing Tool for Real-world C++ Programs. *2022 IEEE Conference on Software Testing, Verification and Validation (ICST)*, 400–410. https://doi.org/10.1109/ICST53961.2022.00046
[2] Li, G., Ghosh, I., & Rajan, S.P. (2011). KLOVER: A Symbolic Execution and Automatic Test Generation Tool for C++ Programs. In: Gopalakrishnan, G., Qadeer, S. (eds), *Computer Aided Verification. CAV 2011. Lecture Notes in Computer Science*, vol 6806. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-22110-1_49
[3] (2024). *The LLVM compiler infrastructure*. http://www.llvm.org/
[4] Zhang, S., Saff, D., Bu, Y. & Ernst, M.D. (2011). Combined Static and Dynamic Automated Test Generation. *Proceedings of the 2011 International Symposium on Software Testing and Analysis (ISSTA '11)*. Association for Computing Machinery, NY, USA, 353–363. https://doi.org/10.1145/2001420.2001463
[5] (2024). *Hjson, a user interface for JSON*. https://hjson.github.io
[6] (2024*). Light-weight, simple and fast XML parser for C++ with XPath support.* https://pugixml.org/
[7] (2024). *Simplified Wrapper and Interface Generator*. https://www.swig.org
[8] (2024). *The Programming Language Lua*. https://www.lua.org
[9] Geem, Z. W., Kim, J. H., & Loganathan, G. V. (2001). A New Heuristic Optimization Algorithm: Harmony Search. *Simulation*. 76. 60-68. https://doi.org/10.1177/003754970107600201
[10] Yang, X.-S. (2009). Harmony search as a metaheuristic algorithm. In Z. W. Geem (Ed.), *Music-inspired harmony search algorithm: Theory and applications* (Studies in Computational Intelligence, Vol. 191, pp. 1–14). Springer. Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-00185-7_1
[11] Zalewski, M. (2024). *American fuzzy lop (2.52b)*. https://lcamtuf.coredump.cx/afl.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[12] Hulevych, M. (2024). CIDER: Assisted automation tool for C++ libraries testing. Control, Navigation and Communication Systems, 2(76), 74–77. – DOI: https://doi.org/10.26906/sunz.2024.2.074.
[13] Hulevych, M., & Kolomiitsev, O. (2025). Automation test generation techniques for C++ software. *Control, Navigation and Communication Systems*, *2*(80), 102–107. – DOI: https://doi.org/10.26906/SUNZ.2025.2.102.
[14] Fedorchenko, V., Yeroshenko, O., Shmatko, O., Kolomiitsev, O., & Omarov, M. (2024). Password hashing methods and algorithms on the .net platform. *Advanced Information Systems*, *8*(4), 82–92. https://doi.org/10.20998/2522-9052.2024.4.11.
[15] Shmatko, O., Kolomiitsev, O., Rekova, N., Kuchuk, N., & Matvieiev, O. (2023). Designing and evaluating dl-model for vulnerability detection in smart contracts. *Advanced Information Systems*, *7*(4), 41–51. https://doi.org/10.20998/2522-9052.2023.4.05.
[16] Shmatko, O., Kolomiitsev, O., Fedorchenko, V., Mykhailenko, I., & Tretiak, V. (2023). Integrating analytical statistical models, sequential pattern mining, and fuzzy set theory for advanced mobile app reliability assessment. *Innovative technologies and scientific solutions for industries*, (4(26), 78–86. https://doi.org/10.30837/ITSSI.2023.26.078.
[17] Kolomiitsev O., Osiievskyi S., Tretiak V., Zakharchenko I., Rybalchenko A. Heiko H. Models and algorithms for determining the probability of occurrence of a critical combination of events for three-element minimum sections in intelligent decision support systems. *2023 IEEE KhPI Week on Advanced Technology*. October 2-6, 2023 in Kharkiv, Ukraine – P. 483-486.
[18] Коломійцев О.В., Гулевич М.В., Красношапка І.В., Коробецький О.В., Лернатович А.М., Бердочник А.Д., Чебаков О.М., Чемерис В.О., Шкорупський В.М., Чебакова О.Б., Воробйов О.Г. Особливості застосування методів автоматизованої генерації тестів для програмного забезпечення С++. *ГРААЛЬ НАУКИ*: *міжнар. наук. журнал*. – Вінниця: ГО «Європейська наукова платформа»; НУ «Інститут науково-технічної інтеграції та співпраці», 2025. – No 54. – С. 527-542. DOI 10.36074/grail-of-science.18.07.2025.

FEATURES OF USING THE DEVELOPED CIDER TOOL FOR AUTOMATING THE TESTING OF SOFTWARE LIBRARIES WRITTEN IN THE C++ PROGRAMMING LANGUAGE

SCIENTIFIC RESEARCH GROUP:
Oleksii Kolomiitsev
Doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Inventor of Ukraine,
Professor of the Department
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Ukraine
Mykhailo Hulevych
Postgraduate
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Ukraine
Anatolii Sobora
PhD, Senior Research,
Leading researcher
State scientific research institute of armament and military equipment testing and certification, Ukraine
Vadim Lilchytskyi
Head of Scientific Research Department
State scientific research institute of armament and military equipment testing and certification, Ukraine

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Bohdan Kolomiets
Leading Researcher – Senior Test Engineer
Training and Research Testing Ground of High-Tech Armament and Military Equipment, Ukraine
Oleksiy Kharchenko
Leading Researcher – Senior Test Engineer
Training and Research Testing Ground of High-Tech Armament and Military Equipment, Ukraine
Oleksandr Yasynskyi
Senior Researcher
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Ukraine
Serhii Bogdan
Researcher – Test Engineer Scientific Research
Training and Research Testing Ground of High-Tech Armament and Military Equipment, Ukraine
Volodymyr Kolomiiets
Researcher – Test Engineer Scientific Research
Training and Research Testing Ground of High-Tech Armament and Military Equipment, Ukraine
Kostiantyn Tryfonenko
Researcher
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Ukraine
Leonid Khrol
Researcher
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Ukraine
Volodymyr Shendryk
Junior Researcher
Training and Research Testing Ground of High-Tech Armament and Military Equipment, Ukraine

Summary. *The article describes the features of using automated test generation methods for C++ software. The main methods of automated test generation are investigated and compared: concolic and symbolic execution, evolutionary algorithms, reinforcement learning, model-based testing and exploratory testing. The CIDER tool is proposed, which provides an automated solution by generating test scenarios based on recorded program executions using harmonic search to optimize input data. Methods and best practices that are most effective in overcoming the identified limitations of the CIDER tool are identified. An overview of the main test automation techniques is presented, as well as their classification according to relevance for improving the CIDER tool.*
Keywords: *automated test generation, software, method, script, database, algorithm, tool, testing technique, improvement, programming language.*

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ISSN 2710–3056

ARTICLE

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.058

ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ НОМОГРАМИ РОЗРАХУНКУ ХАРАКТЕРИСТИК ЛАЗЕРНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ДЛЯ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ ПРИ ОРГАНІЗАЦІЇ КОМУНІКАЦІЙ В КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖАХ

НАУКОВО-ДОСЛІДНА ГРУПА:

Коломійцев Олексій Володимирович
д-р техн. наук, професор, Заслужений винахідник України,
професор кафедри
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна

Любченко Олексій Вікторович
аспірант кафедри
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна

Камчатний Микола Іванович
канд. техн. наук, доц., професор кафедри
Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Україна

Власов Андрій Володимирович
канд. техн. наук, старший дослідник
начальник науково-дослідного відділу
Навчально-науковий випробувальний полігон високотехнологічного озброєння та військової техніки, Україна

Ячна Ірина Григорівна
начальник науково-організаційного відділення
Навчально-науковий випробувальний полігон високотехнологічного озброєння та військової техніки, Україна

Шупило Руслан Миколайович
провідний науковий співробітник – провідний інженер-випробувач
Навчально-науковий випробувальний полігон високотехнологічного озброєння та військової техніки, Україна

Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Кравченко Володимир Леонтійович
старший науковий співробітник – старший інженер-випробувач
Навчально-науковий випробувальний полігон високотехнологічного озброєння та військової техніки, Україна

Панченко Володимир Іванович
старший викладач кафедри
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна

Коробков Юрій Вікторович
старший викладач кафедри
Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Луценко Антон Сергійович
викладач кафедри
Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Шеремет Ігор Андрійович
науковий співробітник – інженер-випробувач
Навчально-науковий випробувальний полігон високотехнологічного озброєння та військової техніки, Україна

Анотація. *В статті розглядаються особливості побудови номограми розрахунку характеристик лазерного випромінювання для передачі даних при організації комунікацій в комп'ютерних мережах. Розглянуто комп'ютерні мережі та класифікацію середовищ передачі даних. Передача даних за допомогою лазерного випромінювання через атмосферу забезпечує передачу великих об'ємів інформації з високою надійністю на відстанях у десятках кілометрів. За методом математичного моделювання можливо побудувати номограму розрахунку характеристик лазерного випромінювання для передачі даних та виявити взаємозв'язок між основними конструктивними характеристиками та параметрами лазерного випромінювання.*
Ключові слова: *лазерне випромінювання, номограми розрахунку, передачі даних, інформація, характеристика, комп'ютерна мережа, організація комунікацій.*

Вступ. Бурхливий розвиток сучасних інформаційних технологій (ІТ) супроводжується зростанням ролі не тільки телекомунікаційних систем різного призначення, а й комп'ютерних мереж (КМ). Таке зростання ролі пояснюється необхідністю у високій швидкості та збільшенні об'єму передачі даних (ПД, інформації).

Отже, КМ – це система зв'язку між двома й більше комп'ютерами різного функціонального призначення через кабельне або повітряне середовище. При цьому, застосування комп'ютерів є поєднання їх у мережі, які забезпечують єдиний інформаційний простір для багатьох користувачів.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

КМ забезпечують користувачів засобами обміну інформацією та колективного використання ресурсів мережі: апаратних, програмних та інформаційних. Вони призначені для простого, зручного і надійного доступу користувача до спільних розподілених ресурсів мережі та організації їх колективного використання з надійним захистом від несанкціонованого доступу, а також забезпечення ПД між користувачами мережі зручними і надійними засобами.

Для ПД використовується мережеве обладнання та різні види електричних сигналів або електромагнітне випромінювання.

Середовищами ПД у КМ можуть бути телефонні, спеціальні мережеві коаксіальні та волоконно-оптичні кабелі, виті пари, радіохвилі, світлові сигнали та лазерне випромінювання (ЛВ). ЛВ використовується для ПД завдяки своїй здатності переносити великі об’єми даних (інформації) на великі відстані з високою швидкістю, що робить його важливим інструментом у сучасних системах зв'язку, зокрема, в оптико-волоконних та безпровідних мережах (технологіях волоконно-оптичній лінії зв’язку, ВОЛЗ та атмосферно-оптичній лінії зв’язку, АОЛЗ).

Таким чином, побудова номограми розрахунку характеристик лазерного випромінювання для передачі даних при організації комунікацій в комп'ютерних мережах є актуальним науковим завданням.

Основна частина. Відомо, що КМ (комунікаційна) – це система, яка складається з вузлів (пунктів) та ліній передачі (ЛП, зв’язків, з’єднань, комунікацій тощо), у якій вузли відіграють функції генерації, перетворення, збереження та споживання даних (інформації), а ЛП – забезпечують їх передачу між пунктами. До складу комунікаційної КМ входять наступні елементи (рис. 1):

- кінцеві або термінальні вузли (телефони, факси, електронно-обчислювальні системи, електронно-обчислювальні машини (ЕОМ), персональні комп’ютери (ПК), сканери, принтери, плотери тощо);
- комунікаційні вузли (мультиплексори, демультиплексори, маршрутизатори тощо).

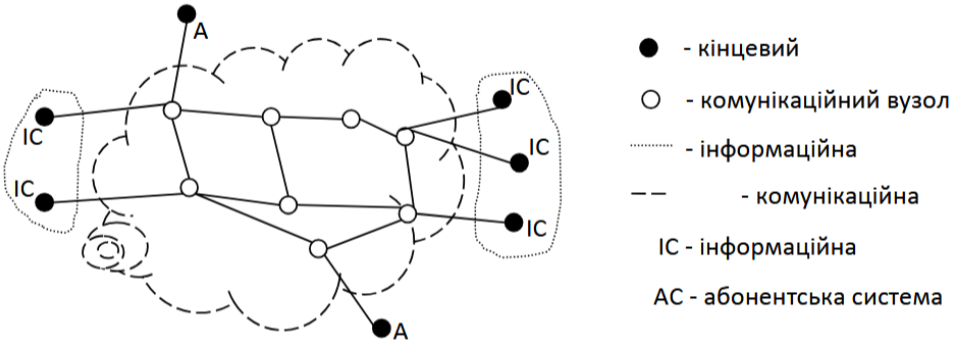


Рис. 1. Схематичне представлення комунікаційної КМ

На рис. 1 комунікаційні вузли призначені для:
- прийому, проміжного зберігання та ПД;
- керування напрямком ПД здійснюючи маршрутизацію;
- контроля перевантаженості вузлів та правильності ПД.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Інформаційно-обчислювальна мережа (ІОМ) – це комунікаційна КМ, у якій здійснюється генерування, переробка, збереження та споживання даних (інформації) у електронному вигляді. Відповідно до рис. 1, кінцевими вузлами ІОМ виступають ЕОМ, ПК та їх периферійне обладнання (сканери, принтери, плотери тощо), обчислювальне, вимірювальне та виконуюче обладнання автоматичних і автоматизованих систем. Такі кінцеві вузли є абонентські вузли (абонентські системи). Комутаційними вузлами ІОМ виступають маршрутизатори, комутатори, мости, повторювачі тощо.

У ІОМ групи кінцевих вузлів, між якими здійснюється інтенсивний обмін даними (інформацією), є інформаційними підмережами, а їх вузли – інформаційні системи. Решта вузлів, що не входять до складу інформаційних підмереж, утворюють комунікаційну підмережу. При цьому, інформаційна підмережа зберігає дані (інформацію) та складається з інформаційних систем, яка є джерелом або споживачем інформації.

Комунікаційна підмережа ІОМ виконує функції ПД (інформації), а також функції, які пов'язані з їх перетворенням. У загальному випадку до структури комунікаційної підмережі ІОМ входять наступні компоненти:

– мережа доступу (Access Network) – забезпечує концентрацію потоків даних від обладнання споживачів (телефон, ЕОМ, ПК, телевізор тощо);

– магістральна мережа (Backbone або Core Network) – об'єднує мережі доступу, забезпечуючи транзит трафіку між ними за високошвидкісними каналами зв'язку;

– інформаційні ресурси або центри управління сервісами (Data Centers або Servise Control Point) – інформаційні ресурси, які використовують для обслуговування споживачів (користувачів та абонентів).

Отже, на базі однієї комунікаційної підмережі може бути побудована група інформаційних КМ. Тобто, КМ – це ІОМ, яка призначена для обміну та розподіленої обробки даних (інформації), до складу якої входить взаємодіючі абонентські системи, які об'єднані за допомогою комунікаційної підмережі.

Абонентською системою ІОМ – є сукупність ЕОМ, ПК, програмного забезпечення (ПЗ), периферійного обладнання та засобів зв'язку з комунікаційною підмережою, якою забезпечується виконання прикладних процесів. Комунікаційною підмережою (телекомунікаційною системою) – є сукупність фізичного середовища ПД (інформації), апаратних та програмних засобів, що забезпечують взаємодію абонентських систем.

Організація комунікацій та об'єднання сучасних КМ ПД є платформою, на якій створюються комунікації. Досягнення у КМ ПД є одними з найважливіших у світі. Тому, що завдяки їм межі країн розширюються, відстані та фізичні обмеження складають усе менше перешкод для здійснення обміну даними (інформацією). Глобальна КМ впливає на соціальну, комерційну, політичну та особисту взаємодію даними у суспільстві.

На даний час використання КМ ПД є невід'ємною частиною життя людства, область застосування яких охоплює усі сфери діяльності. Організація комунікацій в КМ основана на використанні: мережевого ПЗ, фізичного середовища передачі даних та комутуючих пристроїв.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Мережеве ПЗ зв'язує усі комп'ютери і периферійні пристрої та координує їх роботу (функції) у мережі, а також забезпечує захищений доступ до даних та периферійних пристроїв у мережі.

Фізичне середовище ПД визначає: швидкість ПД у мережі; розмір мережі; необхідний набір служб (ПД, мови, мультимедіа тощо), які необхідно організувати; вимоги до рівня шумів та перешкодозахищеності, а також – загальну вартість проекту, що включає покупку обладнання, монтаж та подальшу експлуатацію.

Комутуючі пристрої призначені для зв'язку сегментів КМ, до складу яких відносяться:

– лінії зв'язку (ЛЗ) – кабельні (кручена пара, коаксиал, оптичне волокно) та бездротові (радіо-, лазерні та супутникові – для глобальних мереж);

– трансівер (transceiver) – встановлюється безпосередньо на кабелі та живиться від мережевої карти ПК (ЕОМ);

– повторювачі (repeater) з'єднують сегменти КМ тощо та розширюють її;

– концентратор (hub) – повторювач, що має кілька портів та з'єднує кілька фізичних ліній зв'язку;

– міст (bridge) – розділяє фізичне середовище ПД КМ на частини;

– комутатор (switch) – виконує функції моста, але має вищу продуктивність та одночасно підтримує потоки даних між усіма своїми портами;

– маршрутизатор (router) – розділяє фізичне середовище передачі мережі на частини ефективніше за міст або комутатор.

Отже, фізичне середовище ПД – це фізична субстанція, по якій відбувається передача (перенесення) тих або інших даних (інформації) від джерела (передавача) до приймача (одержувача). Дані (інформація) можуть переноситися за допомогою сигналів, які мають різну природу: електричну (потік електронів), електромагнітну (радіохвилі) та оптичну (світло, ЛВ).

Для передачі інформації по комунікаційних лініях дані перетворюються у ланцюжок бітів, що йдуть один за одним. При ПД їх розділяють на окремі пакети, що передаються послідовно один за одним. До складу такого пакету входить: адреса відправника, адреса одержувача, дані та контрольний біт.

Лінії ПД (ЛЗ) – це проміжна апаратура та фізичне середовище, по якому передаються дані (інформаційні сигнали). У одній ЛЗ можливо створити декілька каналів зв'язку (віртуальних або логічних). На приклад, шляхом частотного (часового) розподілу каналів. У залежності від фізичного середовища ПД ЛЗ можливо розділити на наступні:

– дротяні (провідні) ЛЗ без ізолюючих та екрануючих обплетень;

– кабельні, де для передачі сигналів використовуються такі ЛЗ як кабелі "вита пара", коаксіальні кабелі та волоконно-оптичні кабелі;

– безпровідні (радіо- і оптичні канали наземного та супутникового зв'язку), які використовують для ПД сигнали електромагнітних хвиль.

Класифікацію середовищ ПД приведено на рис. 2.

Отже, для організації комунікацій у вигляді локальних зв'язків у КМ використовуються різні види кабелів – коаксіальний кабель, кабель на основі екранованої і неекранованої витої пари та волоконно-оптиічний кабель. При

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

цьому, для ПД на невеликі відстані (до 100 м) використовується неекранована вита пара, що забезпечує пропускну спроможність до 100 Мб/с.

Волоконно-оптичний кабель використовується як для організації комунікацій у вигляді локальних зв'язків, так і для утворення магістралей глобальних мереж. Такий кабель може забезпечити дуже високу пропускну спроможність каналу (до декількох Гб/с) та ПД на значні відстані (до декількох десятків кілометрів без проміжного підсилення сигналу).

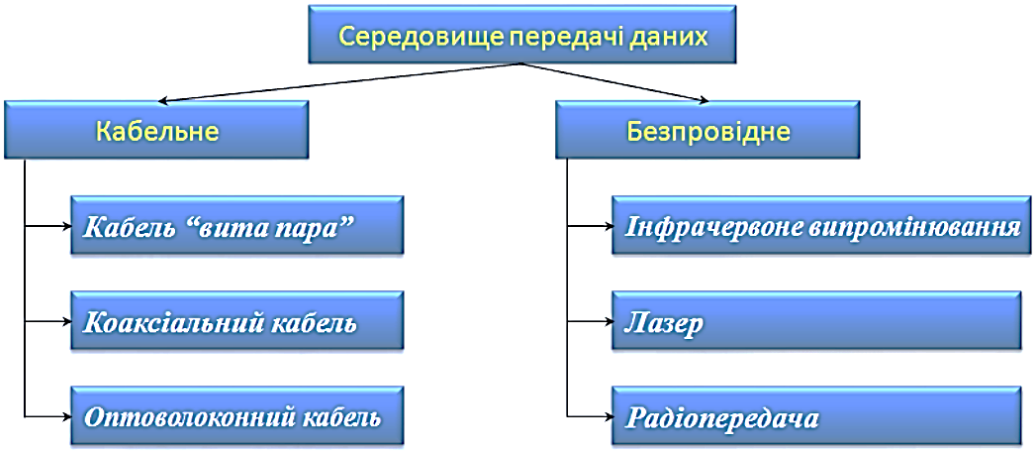


Рис. 2. Класифікація середовищ ПД

Як середовище ПД у КМ використовуються електромагнітні хвилі різних частот – коротких хвиль, понад коротких хвиль та надвисокої частоти. Однак, для організації локальних мереж радіозв'язок використовується тільки у тих випадках, коли виявляється неможливим прокладення кабелю. Така обставина пояснюється тим, що існує недостатня надійність КМ, які побудовані на використанні електромагнітного випромінювання. Для організації глобальних мереж такий вид середовища ПД використовується ширше – за його допомогою побудовані супутникові канали зв'язки та наземні радіорелейні канали.

ПД (інформації) за допомогою електро-магнітних хвиль оптичного діапазону є одним з найперспективніших методів для організації комунікацій в КМ ПД. Такі хвилі мають велику пропускну здатність, обумовлену високим значенням несучої частоти, що дозволяє передавати великі об’єми даних з великою швидкістю. Мала кутова розбіжність ЛВ забезпечує просторову прихованість та високу енергетичну стійкість ПД по оптичному каналу зв'язку при відносно малих габаритах приймально-передавальних пристроїв.

Таким чином, ПД за допомогою ЛВ через атмосферу забезпечує передачу великих об’ємів інформації з високою надійністю на відстанях у десятках кілометрів в земних умовах та у десятках тисяч кілометрів в космічному просторі. Однак, за умови урахування особливостей спектру ЛВ, методи та програмно-апаратні засоби ПД у таких мережах необхідно удосконалювати.

Для побудови випромінювача передавальної частки комп'ютерної мережі ПД за енергетичними та спектральними характеристиками оптимальним є YAG:Nd^{3+}- лазер, який працює у режимі синхронізації поздовжніх мод та має декілька каскадів підсилення. На підставі експериментальних даних, які

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

наведені у періодичній зарубіжній пресі та вільному доступі мережі Інтернет, можливо зробити висновок, що застосування напівпровідникових лазерів для накачування твердотільних YAG:Nd^{3+}-лазерів є найперспективнішим тому, що вони володіють низкою наступних переваг:

- малі споживані потужності за високого коефіцієнта корисної дії (ККД);
- виграш за ваго-габаритними характеристиками;
- суворий збіг ліній індукованого випромінювання зі смугами поглинання активного елемента;
- немає необхідності у застосуванні примусової системи охолодження.

Результати аналізу активних середовищ знайшли своє підтвердження та під час проведеного дослідження спектральних характеристик YAG:Nd^{3+} - лазера при модуляції добротності резонатора, тобто працювати в імпульсному режимі. Коливання електромагнітної енергії у оптичному резонаторі такого лазера можливо розглядати як сфазовану послідовність плоских хвиль, що інтерферують, нормалі до кожної з яких становлять деякий певний кут θ з віссю резонатора.

Конфігурацію електромагнітного поля у резонаторі зручно визначити у вигляді суперпозиції поздовжньої та поперечної структури, зобразити графічно координатною похилою сіткою з горизонтальних прямих, що відповідають квадрату нормованого кута розбіжності r^2, та похилих прямих, що відповідають нахилу плоского фронту хвилі.

Тоді, окремі типи коливань ЛВ будуть точками перетину на сітці, і як дискретні значення, можуть бути записані у матричній формі наступним чином:

$$2\frac{L}{\lambda_0^2}\left[\lambda_{mnq}-\lambda_0\right]+\left[q_{0q}-q_0\right]=d\left[\frac{\theta_{mnq}}{\lambda_0}\right], \quad (1)$$

де θ_{mnq}~λ_0/d – розхідність ЛВ; λ_{mnq} – довжина хвилі; q_{0q}, q_0 – ціле число хвиль, що вкладаються у поздовжньому напрямку за довжиною резонатора L, на відстані $\Delta q=q_{0q}-q_0$.

У розгорнутому вигляді можливо записати наступним чином:

$$2\frac{L}{\lambda_0^2}\begin{vmatrix}\lambda_{01q}-\lambda_0\\ \lambda_{02q}-\lambda_0\\ \dots\dots\dots\dots\\ \lambda_{0nq}-\lambda_0\end{vmatrix}+\begin{vmatrix}q_{01}-q_0\\ q_{02}-q_0\\ \dots\dots\dots\dots\\ q_{0q}-q_0\end{vmatrix}=-\begin{vmatrix}1\\1\\\dots\\1\end{vmatrix}. \quad (2)$$

Таким чином, відповідно до рівняння (1) можливо отримати значення кутових характеристик мод, які є сукупністю кривих, що пов'язують геометричні параметри резонатора, довжини хвилі та прохідності ЛВ – кут розкриву пучка.

Поперечну структуру поля можливо визначити дискретними значеннями нормованої розхідності ЛВ наступним чином:

$$\left(\frac{d^2}{L\lambda_0}\right)r^2=d\left[\frac{\theta_{mnq}}{\lambda_0}\right].$$

Таке уявлення, з достатнім для практики ступенем наближення, що характеризує поздовжню та поперечну структуру електромагнітного поля, дає змогу перейти до побудови спектральних характеристик генерації імпульсного випромінювання YAG:Nd^{3+}-лазера за усталеного температурного режиму

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

кристала активного елемента. При цьому, практичний інтерес становлять аксіальні види коливань, тобто випромінювання, що поширюється вздовж осі резонатора у поздовжньому напрямку, для визначення якого можливо скористатися співвідношенням (2).

Для лазерних головок, що мають різні геометричні розміри кристалів, можливо представити основні характеристики лазерів у безрозмірних величинах (за винятком нормованого кута розбіжності ЛВ):

- нормована довжина хвилі:

$$\Lambda=\Delta\lambda/\delta\lambda; \quad (3)$$

- нормований кут розбіжності ЛВ:

$$r=L\theta/d; \quad (4)$$

- нормоване поздовжнє хвильове число:

$$\Delta q=q_{0q}-q_0; \quad (5)$$

- нормований коефіцієнт підсилення активного середовища:

$$K=G/G_0; \quad (6)$$

- нормований час життя фотонів у резонаторі:

$$\tau=\tau_н/\tau_a; \quad (7)$$

- нормована енергія накачки:

$$X=E_{вх}/E_0=E_н/E_0. \quad (8)$$

У вище приведених співвідношеннях (3)-(8) використано наступні позначення: $\delta\lambda$ – ширина спектральної лінії ЛВ; $\Delta\lambda=\lambda_{mnq}-\lambda_0$ – різниця між довжиною хвилі ЛВ певного типу коливання та довжиною хвилі, яка відповідає резонансній частоті спектральної лінії ЛВ (за половинним рівнем інтенсивності), см; G – коефіцієнт квантового підсилення, який відповідає до резонансної частоти спектральної лінії ЛВ; $\tau_н$, τ_a – час життя фотонів у резонаторі відповідно для неаксіальних та аксіальних типів коливань, с.

З урахуванням співвідношень (3)-(8), можливо представити дискретний розподіл основних кутових характеристик лазера наступним рівнянням:

$$\frac{2L}{\lambda_0}\cdot\frac{\delta\lambda}{\lambda_0}\begin{vmatrix}\Lambda_{0q}\\ \Lambda_{1q}\\ \dots\dots\\ \Lambda_{nq}\end{vmatrix}+\frac{d^2}{L\lambda_0}\begin{vmatrix}r_{0q}\\ r_{1q}\\ \dots\dots\\ r_{nq}\end{vmatrix}=-\begin{vmatrix}\Delta q_{00}\\ \Delta q_{01}\\ \dots\dots\dots\\ \Delta q_{0q}\end{vmatrix}. \quad (9)$$

Для побудови номограми розрахунку характеристик випромінювання YAG:Nd^{3+}-лазера, можливо записати робочі формули у наступній послідовності:

1. Нахил кутової характеристики моди можливо визначити за рівнянням, коли різниця поздовжніх хвильових чисел дорівнює нулю $\Delta q_{0q}=0$, тобто:

$$|m|=[2\delta\lambda/\lambda_0](L/d)^2\approx-(r^2/\Lambda). \quad (10)$$

2. Відстань між будь-якими *i* та *i+1* сусідніми характеристиками моди можливо визначити при $\Delta q=1$, $r=0$, тобто:

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

$$\Delta\Lambda_i = \frac{\lambda_0^2}{2L\delta\lambda}\begin{vmatrix}1\\1\\..\end{vmatrix}. \quad (11)$$

3. Дискретні значення Δr, які характеризують поперечну структуру поля, можливо визначити за наступним рівнянням:

$$\Delta r = \frac{\lambda_0 L}{2d^2}\begin{vmatrix}1\\1\\..\end{vmatrix}, \quad \text{так як} \quad \begin{cases} r = \frac{L}{d}\theta; \\ \theta \approx \frac{1}{2}\cdot\frac{\lambda}{d}. \end{cases} \quad (12)$$

Величини m, $\Delta\Lambda$, Δr взаємопов'язані, їх можливо визначити за (10).

4. Порогова енергія генерації YAG:Nd^{3+}-лазера, тобто мінімально можливе індуковане ЛВ, що виникає при досягненні порогової інверсії населеності, залежить від втрат у резонаторі та від коефіцієнта підсилення. Втрати енергії пов'язані з часом життя фотонів у резонаторі, а коефіцієнт підсилення можливо виразити через нормовану довжину хвилі Λ.

5. Час життя фотонів у резонаторі для неаксіальних коливань наближено можливо визначити за середнім числом віддзеркалень фотона від дзеркал резонатора, що мають максимальне значення усередненого коефіцієнта відбиття Γ та показника заломлення n_0:

$$\tau_н = \frac{Ln_0}{c(1-\Gamma)}\cdot\frac{(1-r)^{1/\theta}}{\cos\theta}. \quad (13)$$

Час життя фотонів у резонаторі для аксіальних коливань пропорційний добротності, який можливо визначити за втратами у резонаторі:

$$\tau_a = \frac{Ln_0}{c(1-\Gamma)}. \quad (14)$$

6. Нормований час життя фотонів:

$$\tau=(1\text{-}\Gamma)1r. \quad (15)$$

7. Нормований коефіцієнт підсилення є відношенням поточного значення коефіцієнта підсилення до максимального його значення за умови лоренцевої форми спектральної характеристики ЛВ:

$$K = \frac{G}{G_0} = \frac{G(\lambda)}{G_{max}\frac{(\delta\lambda)^2}{(\lambda-\lambda_0)^2+(\delta\lambda)^2\Lambda^2+1}}. \quad (16)$$

8. У розглянутому чотирирівневому YAG:Nd^{3+}-лазері як коефіцієнт підсилення K, так й інверсія населенностей ΔN, за умови, що $N_2 > \Delta N$, – пропорційні енергії накачки. Тоді, нормовану енергію накачки чотирирівневого лазера можливо записати наступним чином:

$$x_н = \frac{1}{\tau_k} = \frac{r}{1-\Gamma}(\Lambda^2+1). \quad (17)$$

9. За формулами (1)-(17) можливо побудувати номограму (рис. 3), яка складається з основних кутових характеристик моди та кривих нормованої енергії накачки. Для кожного значення нормованої енергії накачки генерація може виникнути тільки на типах коливань поза зоною, що обмежена кривою постійної енергії накачки.

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

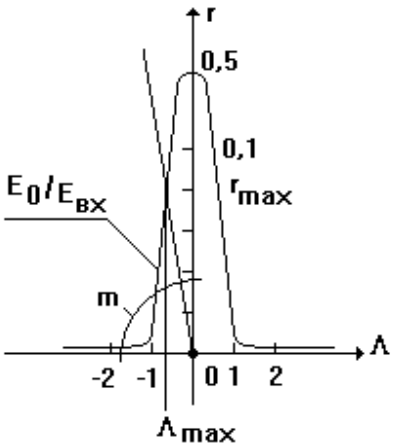


Рис. 3. Номограма для розрахунку характеристиквипромінювання імпульсного лазера

При цьому, можливо зауважити, що масштаб шкали *r* квадратичний, та абсолютне положення основних кутових характеристик моди визначено з точністю до величини $\Delta\lambda$, оскільки центральна довжина хвилі для аксіального типу коливань у загальному випадку відрізняється від довжини хвилі, відповідної до резонансної частоти спектральної лінії випромінювання.

Задаючи резонансні частоти та напрямки розподілу щодо резонатора, можливо скласти діаграму типів коливань. Тобто, модальні характеристики – залежність нормованої розбіжності випромінювання *Г* від нормованої довжини хвилі Λ та параметрів кристала *L, d*. Такі залежності можливо поєднати з кривими енергії накачування (у відносних одиницях $E_0/E_{вх}$).

У результаті виходить номограма, за якою залежно від заданого рівня накачування можливо визначити спектральні та частотні характеристики випромінювання чотирьохрівневого YAG:Nd^{3+}-лазера.

10. За побудованою номограмою та формулою (9) можливо розрахувати ширину вихідного ЛВ:

$$\Delta\theta_{max}=2n_0dr_{max}/L, \quad (18)$$

де n_0 – показник заломлення звичайного ЛВ у активному елементі.

11 Максимальне значення смуги частот вихідного сигналу можливо записати наступним чином:

$$\Delta\nu_{max}=\frac{c\Delta\lambda}{\lambda_0(\lambda_0+\Delta\lambda)}\frac{\delta\lambda c\Lambda_{max}}{\lambda_0(\lambda_0+\Lambda_{max}}, \quad (19)$$

де Λ_{max} – значення максимальної нормованої довжини хвилі, взятої з номограми при заданому значенні X.

Для розглянутого YAG:Nd^{3+}-лазера, що має наступнні параметри активного елемента та резонатора:

L=10 см, d=1 см, $\lambda_0=1{,}06\cdot10^{-4}$ см, n_0=1,53, $\Delta\Lambda=1\cdot10^{-8}$ см, $E_0/E_{вх}$=0,5.

За формулою (1) можливо розрахувати нахил характеристики моди m=0,02. Решта модальних характеристик відстають одна від одної на $\Delta\Lambda$=0,55.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

У точках перетину характеристик моди з кривою нормованої енергії накачування можливо отримати нормовані значення мінімальної ($\Delta\Lambda_{min}$=0,95) та максимальної ($\Delta\Lambda_{max}$=0,9) довжин хвиль, а також максимального кута розходження r_{max}=0,075. Тоді, максимальне розходження вихідного ЛВ, яке розраховано за формулою (18), становить $\Delta\theta$=22,5 мрад.

Висновки. Таким чином, за результатами математичного аналізу можливо виявити взаємозв'язок між основними конструктивними характеристиками та параметрами ЛВ розглянутого твердотілого YAG:Nd^{3+}-лазера. За методом математичного моделювання можливо побудувати номограму розрахунку характеристик ЛВ для ПД обраного лазера-передавача та виявити взаємозв'язок між основними конструктивними характеристиками та параметрами ЛВ.

Список використаних джерел:

[1] Коломійцев О.В., Комаров В.О., Пашнєв А.А., Пустоваров В.В., Запара Д.О., Бєлоус М.В., Хабоша С.М., Сальник О.В., Павлій Л.В., Воробйов О.Г., Любченко О.В. Метод передачі даних у технології остання миля на основі одномодового багаточастотного з синхронізацією подовжніх мод лазерного випромінювання. *Scientific Collection «InterConf+», 46(205): with the Proceedings of the 9th International Scientific and Practical Conference «Current Issues and Prospects for The Development of Scientific Research»* (June 19-20, 2024; Orléans, France) / comp. by LLC SPC «InterConf». Orléans: Epi, 2024. – С. 517-530. – DOI 10.51582/interconf.19-20.06.2024.

[2] Коломійцев О.В., Третяк В.Ф., Катунін А.М., Комаров В.О., Філіппенков О.В., Брянкін С.С., Сафарова Г.М., Хабоша С.М., Сядристий С.І., Олійник Н.О., Любченко О.В., Ясинський О.М. Метод збільшення об'єму передачі даних у атмосферно-оптичній лінії зв'язку для технології остання миля. *ГРААЛЬ НАУКИ*: *міжнар. наук. журнал*. – Вінниця: ГО «Європейська наукова платформа»; НУ «Інститут науково-технічної інтеграції та співпраці», 2024. – No 41. – С. 244-256. – DOI 10.36074/grail-of-science.05.07.2024.038

[3] Коломійцев О.В., Комаров В.О., Рисований О.М., Катунін А.М., Сидоров В.В., Брянкін С.С., Землянський Д.О., Лук'янюк Р.А., Хроль Л.О., Тітова А.В., Любченко О.В. Пристрій для передачі даних у атмосферно-оптичній лінії зв'язку для технології остання миля. *ГРААЛЬ НАУКИ: міжнар. наук. журнал. – Вінниця: ГО «Європейська наукова платформа»; НУ «Інститут науково-технічної інтеграції та співпраці»,* 2024. – No 42. – С. 366-376. – DOI 10.36074/grail-of-science.02.08.2024.

[4] Коломійцев О.В. Метод збільшення об'єму передачі даних у атмосфернооптичній лінії зв'язку для технології остання миля / О.В. Коломійцев, В.Ф. Третяк, А.М. Катунін, В.О. Комаров, О.В. Філіппенков, С.С. Брянкін, Г.М. Сафарова, С.М. Хабоша, С.І. Сядристий, Н.О. Олійник, О.В. Любченко, О.М. Ясинський // Science of post-industrial society: globalization and transformation processes: VII Міжн. наук.-практ. конф., 05 липня 2024 р. – Вінниця, Україна, Відень, Австрія, 2024. – С. 593-608.

[5] Коломійцев О.В., Третяк В.Ф., Катунін А.М., Філіппенков О.В., Посохов В.В., Любченко О.В. Метод передачі даних у атмосферно-оптичній лінії зв'язку для технології остання миля. Moderní aspekty vědy: XLV. Díl mezinárodní kolektivní monografie / Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o.. Česká republika: Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o., 2024. str. 542. https://doi.org/10.52058/45-2024.

[6] Fedorchenko, V., Yeroshenko, O., Shmatko, O., Kolomiitsev, O., & Omarov, M. (2024). Password hashing methods and algorithms on the .net platform. *Advanced Information Systems*, *8*(4), 82–92. https://doi.org/10.20998/2522-9052.2024.4.11.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[7] Shmatko, O., Kolomiitsev, O., Rekova, N., Kuchuk, N., & Matvieiev, O. (2023). Designing and evaluating dl-model for vulnerability detection in smart contracts. *Advanced Information Systems*, *7*(4), 41–51. https://doi.org/10.20998/2522-9052.2023.4.05.
[8] Shmatko, O., Kolomiitsev, O., Fedorchenko, V., Mykhailenko, I., & Tretiak, V. (2023). Integrating analytical statistical models, sequential pattern mining, and fuzzy set theory for advanced mobile app reliability assessment. *Innovative technologies and scientific solutions for industries*, (4(26), 78–86. https://doi.org/10.30837/ITSSI.2023.26.078.
[9] Коломійцев О.В., Любченко О.В. Спосіб для передачі великих об'ємів даних по каналах мережевого зв'язку на основі лазерного випромінювання. *ГРААЛЬ НАУКИ*: *міжнар. наук. журнал*. – Вінниця: ГО «Європейська наукова платформа»; НУ «Інститут науково-технічної інтеграції та співпраці», 2025. – No 51. – С. 606-616. DOI 10.36074/grail-of-science.18.04.2025.
[10] Коломійцев О.В., Любченко О.В., Воронін В.В., Бурцев В.В., Третяк В.Ф., Комаров В.О., Панченко В.І., Зарічняк Є.М., Зарічняк Д.І., Олійник Н.О. Метод передачі даних у кабельній волоконно-оптичній лінії зв'язку для технології FTTx на основі одномодового багаточастотного з синхронізацією поздовжніх мод лазерного випромінювання. *Scientific Collection «InterConf», (250): with the Proceedings of the 7th International Scientific and Practical Conference «Diversity and Inclusion in Scientific Area»* (June 6-8, 2025; Warsaw, Poland) / comp. by LLC SPC «InterConf». Warsaw: Ceac Polonia, 2025. Pp. 317-323. – DOI 10.51582/interconf.2025.250.
[11] Коломійцев О.В., Любченко О.В., Третяк В.Ф., Філіппенков О.В., Катунін А.М. Метод передачі даних у кабельній волоконно-оптичній лінії зв'язку для технології FTTx на основі лазерного випромінювання. *Technical, agricultural and mathematical sciences: scientific trends, problems and ways of their development: collective monograph* / Charka R., Bobalo I., Vasyliuk S., Monka N., Lubenets V. – etc. – International Science Group. – Boston: Primedia eLaunch, 2025. Pp. 129-162. – DOI:10.46299/ISG.2025.MONO.TECH.2.

FEATURES OF THE CONSTRUCTION OF A NOMOGRAM FOR CALCULATING THE CHARACTERISTICS OF LASER RADIATION FOR DATA TRANSMISSION IN THE ORGANIZATION OF COMMUNICATIONS IN COMPUTER NETWORKS COMPUTER NETWORKS

SCIENTIFIC RESEARCH GROUP:
Oleksii Kolomiitsev
Doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Inventor of Ukraine,
Professor of the Department
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Ukraine
Oleksii Liubchenko
Postgraduate
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Ukraine
Mykola Kamchatnyi
PhD, Associate Professor,
Professor of Department
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Ukraine
Andrii Vlasov
PhD, Senior Research
Head of the Scientific Research Department
Training and Research Testing Ground of High-Tech Armament and Military Equipment, Ukraine

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Iryna Yachna
Head of the Scientific and Organizational Group
Training and Research Testing Ground of High-Tech Armament and Military Equipment, Ukraine
Ruslan Shupylo
Leading Researcher – Leading Test Engineer
Training and Research Testing Ground of High-Tech Armament and Military Equipment, Ukraine
Volodymyr Kravchenko
Senior Researcher – Senior Test Engineer
Training and Research Testing Ground of High-Tech Armament and Military Equipment, Ukraine
Volodymyr Panchenko
Senior Lecturer of Department
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Ukraine
Yurii Korobkov
Senior Lecturer of Department
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Ukraine
Anton Lutsenko
Lecturer of Department
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Ukraine
Igor Sheremet
Researcher – Test Engineer
Training and Research Testing Ground of High-Tech Armament and Military Equipment, Ukraine

Summary: *The article discusses the features of constructing a nomogram for calculating the characteristics of laser radiation for data transmission when organizing communications in computer networks. Computer networks and the classification of data transmission environments are considered. Data transmission using laser radiation through the atmosphere ensures the transmission of large volumes of information with high reliability over distances of tens of kilometers. Using mathematical modeling, it is possible to construct a nomogram for calculating the characteristics of laser radiation for data transmission and to identify the relationship between the main design characteristics and parameters of laser radiation.*
Keywords: *laser radiation, calculation nomograms, data transmission, information, characteristics, computer network, communications organization.*

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ARTICLE
DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.059

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ЕФЕКТИВНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ФІЛЬТРІВ HTTP-ЗАПИТІВ У САЙДКАР-КОМПОНЕНТАХ

НАУКОВО-ДОСЛІДНА ГРУПА:

Коломійцев Олексій Володимирович
д-р техн. наук, професор, Заслужений винахідник України,
професор кафедри
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна

Бульба Сергій Сергійович
канд. техн. наук, доцент,
доцент кафедри
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна

Носко Сергій Вікторович
аспірант кафедри
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна

Галицький Олег Феліксович
канд. техн. наук, доц.,
доцент кафедри
Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Україна

Лисий Олександр Олександрович
канд. техн. наук,
провідний науковий співробітник – провідний інженер-випробувач
Навчально-науковий випробувальний полігон високотехнологічного озброєння та військової техніки, Україна

Коваль Віталій Володимирович
канд. техн. наук, доцент,
молодший науковий співробітник
Навчально-науковий випробувальний полігон високотехнологічного озброєння та військової техніки, Україна

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Згода Геннадій Іванович
начальник науково-дослідної лабораторії
Навчально-науковий випробувальний полігон високотехнологічного озброєння та військової техніки, Україна

Жуков Ігор Олександрович
провідний науковий співробітник – старший інженер-випробувач
Навчально-науковий випробувальний полігон високотехнологічного озброєння та військової техніки, Україна

Гайбадулов Борис Вікторович
доцент кафедри
Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Україна

Помогаєв Ігор Володимирович
старший викладач кафедри
Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Україна

Матющенко В'ячеслав Геннадійович
науковий співробітник – інженер-випробувач
Навчально-науковий випробувальний полігон високотехнологічного озброєння та військової техніки, Україна

Анотація. *В статті запропоновано пропозиції щодо ефективного застосування фільтрів HTTP-запитів у сайдкар-компонентах . Розглянуто відомі фільтри вхідних запитів, які є невід'ємною частиною роботи сайдкар-компонентів та здійснюють обробку HTTP-запитів перед переданням їх на цільовий мікросервіс. Запропоновані пропозиції адаптивного кешування забезпечують гнучке управління пам'яттю, знижують навантаження на Keycloak та підвищують загальну продуктивність. Інтеграція вагового підходу до очищення даних та динамічного регулювання розміру кешу надає сайдкару здатність адаптуватися до змінних умов навантаження, залишаючись легковісним і масштабованим компонентом хмарної архітектури.*
Ключові слова: *фільтр, http-запит, сайдкар-компонент, мікросервісна система, мережа, цільовий мікросервіс, авторизація, логування запитів, адаптивне кешування, архітектура.*

Вступ. Бурхливий розвиток мікросервісних архітектур та хмарних технологій призвів до комплексного переходу приватних компаній до мультитенантних систем, які дозволяють одночасно обслуговувати кілька ізольованих груп користувачів (клієнтів, тенантів).

Такий перехід сприяє як суттєвому зниженню фінансових витрат на інфраструктуру, так й підвищенню ефективності використання ресурсів, а також поліпшенню масштабованості систем.

Однак, впровадження мультитенантних архітектур створює низку технічних викликів, які пов'язані з ізоляцією даних між тенантами,

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

продуктивністю обробки запитів та стабільністю роботи компонентів системи у середовищах з високим навантаженням.

Сайдкар-компоненти відіграють важливу роль у функціонуванні мікросервісної архітектури. Вони забезпечують модульність, централізованість та гнучкість роботи системи.

Одним із ключових аспектів роботи сайдкару є застосування механізмів обробки вхідних HTTP-запитів через множину фільтрів.

Фільтри дозволяють виконувати такі завдання, як перевірка даних, управління доступом, модифікація заголовків, маршрутизація та статистична оцінка запитів. Завдяки їх використанню можливо централізувати важливу бізнес-логіку на рівні сайдкару, виключаючи дублювання функціональних компонентів у мікросервісах.

Проте, високий об'єм паралельних запитів та специфіка мультитенантних середовищ створює складнощі у обробці потоків даних у системах з сайдкар-компонентами. Відсутність оптимізації роботи фільтрів може призводити до затримок при обробці запитів, перевантаження ключових компонентів системи та потенційних помилок у міжтенантній взаємодії.

Таким чином, розробка пропозиції щодо ефективного застосування фільтрів HTTP-запитів у сайдкар-компонентах є актуальним науковим завданням.

Основна частина. Фільтри вхідних запитів є невід'ємною частиною роботи сайдкар-компонентів та здійснюють обробку HTTP-запитів перед переданням їх на цільовий мікросервіс. Вони дозволяють виконувати наступні основні задачі: авторизація, логування запитів, адаптивне кешування, модифікація заголовків, збирання статистики та моніторинг.

Фільтрація базується на архітектурному патерні Chain of Responsibility, де запит проходить через послідовний ланцюг обробників (фільтрів), кожен із яких відповідає за виконання певного завдання.

Процес авторизації в сайдкар-компоненті у спрощеному вигляді представлено на рис. 1, що дозволяє краще зрозуміти архітектуру взаємодії сайдкару з іншими компонентами системи [1].

Процес починається з ініціації HTTP-запиту користувачем або модулем інтерфейсу користувача (UI Module), який надсилається до мікросервісу. Даний запит спочатку обробляється API-шлюзом (використовується Kong), який забезпечує маршрутизацію та попередню обробку трафіку. Потім, запит перенаправляється до відповідного сайдкару, який виконує проміжні дії перед доступом до мікросервісу.

На рівні сайдкар-компоненту вхідний запит проходить через низку фільтрів, одним із яких є фільтр валідації токена авторизації. За таким підходом здійснюється перевірка токена на сервері Keycloak, який забезпечує централізовану авторизацію у системі. Валідація токена є обов'язковою операцією, яка гарантує дотримання політик доступу та забезпечує безпеку взаємодії між модулями системи.

Кожен вхідний запит, що обробляється сайдкар-компонентом, проходить крізь послідовність фільтрів, які реалізують такі функції, як перевірка авторизації, ізоляція даних між тенантами, оптимізація обробки запитів та виконання спеціальної обробки заголовків запитів.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Детальна логіка авторизації запитів, а також роль сервера Keycloak у забезпеченні безпеки запитів є ключовими елементами архітектури системи. Усі аспекти взаємодії між сервером авторизації та сайдкар-компонентом,

а також пропозиції щодо авторизації розкрито у попередніх дослідженнях [2].

Після обробки запиту послідовністю фільтрів, він переправляється сайдкаром до відповідного мікросервісу за допомогою методу forwardRequest(), який використовує Backpressure стратегію управління потоками і буферизації та оптимізований до роботи у нестабільних умовах за [3, 4].

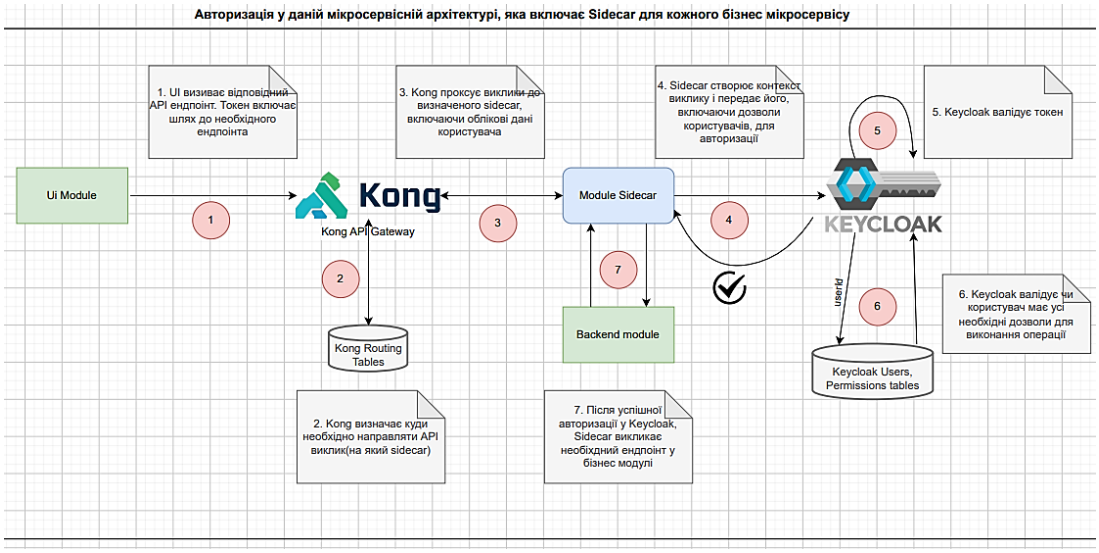


Рис. 1. Компоненти взаємодії сайдкара для авторизації запиту

На рис. 2 представлено перелік усіх п'яти фільтрів, що беруть участь в обробці вхідного запиту.

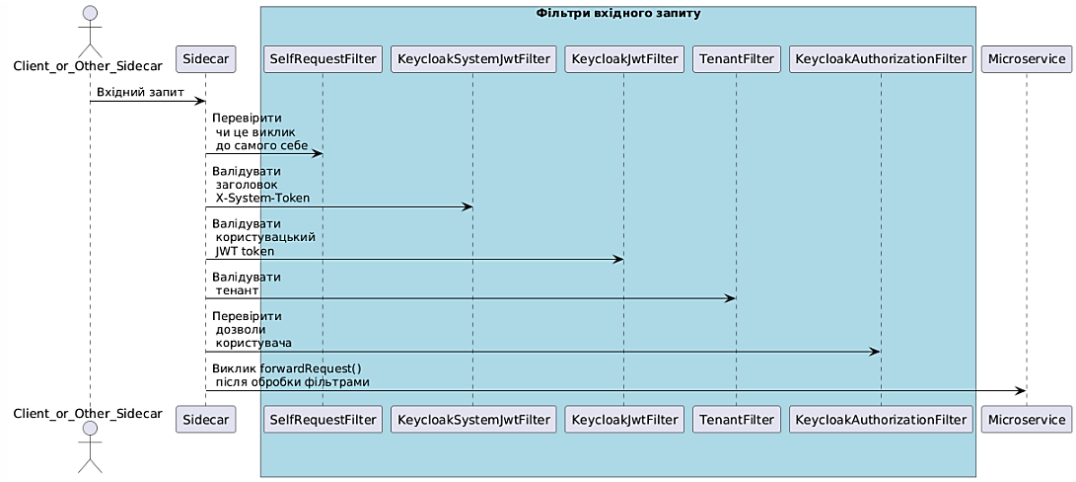


Рис. 2. Діаграма фільтрів обробки вхідного запиту

Модель фільтрування може бути представлена через послідовність функцій (покрокову обробку), де кожен фільтр – це окрема функція, яка модифікує (перевіряє) дані запиту. Вхідний HTTP-запит визначається як кортеж:

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

$$R_{in} = (M, U, H_{in}, B_{in}), \quad (1)$$

де M – HTTP-метод запиту (на приклад, GET та POST); U – URI запиту; H_{in} – множина вхідних заголовків; B_{in} – тіло запиту.

Вихідний HTTP-запит трансформується за допомогою алгоритму:

$$R_{out} = (M, U', H_{out}, B_{out}), \quad (2)$$

де U' – трансформований URI; H_{out} – модифіковані заголовки; $B_{out}=B_{in}$ – тіло запиту залишається незмінним.

Набір фільтрів можливо представити як послідовність функцій F_1, F_2, ..., F_n, які: обробляють дані запиту R_{in} та модифікують заголовки або забезпечують перевірку.

Загальну математичну модель обробки запиту через фільтри можливо представити у наступному вигляді:

$$R_{out} = F_n(F_{n-1}(F_{n-2}(...F_1(R_{in})...))), \quad (3)$$

де F_i – функція, яка представляє конкретну операцію фільтра (на приклад, авторизацію, нормалізацію URL або обробку заголовків); R_{out} – запит, після проходження через усі фільтри.

Загальний час на виконання фільтра визначається як сума часу виконання усіх його операцій:

$$T_F = \sum_{i=1}^{n} T(f_i), \quad (4)$$

де T_F – загальний час на виконання фільтра; n – кількість операцій у даному фільтрі; $T(f_i)$ – час, який необхідний для виконання операції f_i.

Таким чином, кожен фільтр може бути представлений у вигляді набору операцій $f_1, f_2, ..., f_n$, а його загальний час роботи дорівнює сумі часу виконання кожної з цих операцій.

Побудова математичної моделі на основі фільтрів є дуже ефективним та логічним рішенням у даній архітектурі, оскільки кожен фільтр має чітко визначені дії, які можливо формалізувати через математичні функції та отримати наступні можливості:

– аналізувати продуктивність та ресурси сайдкару;

– визначати час на обробку запитів та оптимізацію оперативної пам'яті та центрального процесору (CPU);

– формалізувати взаємозв'язки між фільтрами для масштабованого обчислення ефективності.

Фільтр F_1 – SelfRequestFilter – визначає, чи був аналогічний запит вже оброблений. У разі підтвердження, у контекст додається ключ *SELF_REQUEST_KEY*. Блок-схема алгоритму, який реалізує даний процес, представлена на рис. 3.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

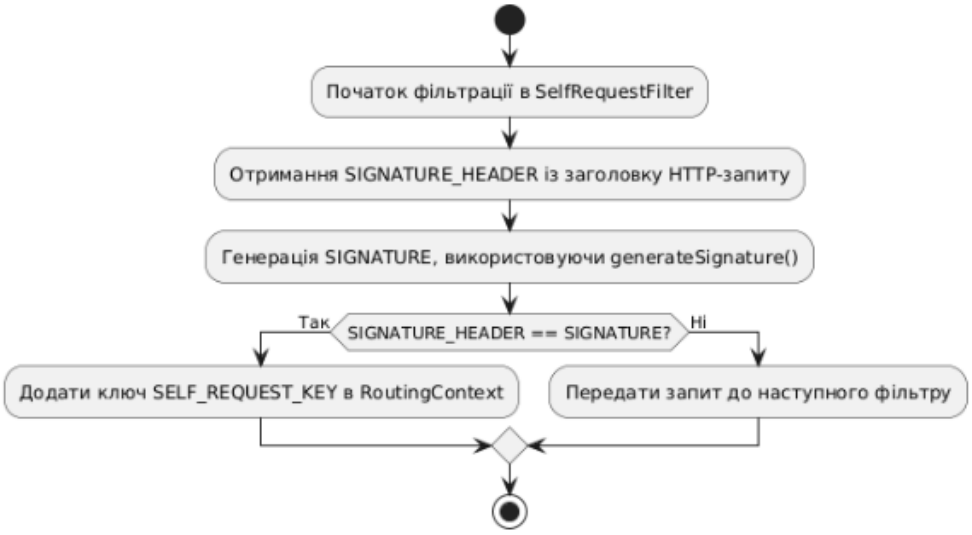


Рис. 3. Алгоритм F_1 SelfRequestFilter

У алгоритмі застосовується функція generateSignature(), яка формує унікальний підпис *SIGNATURE* для виявлення, чи є запит запитом до самого себе. Алгоритм побудований на основі часової позначки, хешування алгоритмом SHA-256 і кодування у формат Base64 та задається за наступною формулою:

$$SIGNATURE = (t, H, B_{64}), \quad (5)$$

де t – поточний час у мілісекундах, який отриманий за допомогою функції currentTimeMillis(); H – результат хешування SHA-256 часової позначки t; B_{64} – результат кодування хешу H у формат Base64.

Реалізація такої функції може виглядати наступним чином:

```
private String generateSignature() {
   long timestamp = currentTimeMillis();
   try {
     var sha256 = getInstance("SHA-256");
     sha256.update(String.valueOf(timestamp).getBytes());
     byte[] hash = sha256.digest();
     return Base64.getEncoder().encodeToString(hash);
   } catch (NoSuchAlgorithmException e) {
     log.error("Error generating sidecar signature", e);
     throw new SidecarSignatureError("Error generating sidecar signature", e);
   }
 }
```

Запропонована реалізація є простою, ефективною та легко інтегрується у систему. Основними перевагами такого підходу є: мала обчислювальна складність, висока швидкість роботи та можливість забезпечити базову ідентифікацію запитів без значного внесення затримок до загального процесу обробки. У подальшому можуть бути впроваджені інноваційні елементи, такі як: динамічні атрибути, використання сольового значення або шифрування, що

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

дозволить додатково розширити функціональність, не порушуючи початковий підхід.

Фільтр F_2 – *KeycloakSystemJwtFilter* – відповідає за обробку системного токена, який передається у вигляді HTTP-заголовка *X-System-Token.* Такий заголовок використовується для міжмодульної комунікації. Фільтр $F_2(R)$ реалізує перевірку й розбір системного токена через послідовність операцій:

$$F_2(R_{in})=f3(f2(f1(R_{in}))),$$

де $f_1(R_{in})$ – перевірка необхідності обробки (умова shouldSkip); $f_2(R_{in})$ – перевірка наявності системного токена X-System-Token; $f_3(R_{in})$ – парсинг системного токена через JsonWebTokenParser.

До умов пропуску виконання фільтра можливо віднести наступні:

– відповідний запис маршрутизації має параметр interfaceType, який дорівнює "system";

– відповідний запис маршрутизації не вимагає жодних дозволів;

– запит не містить значення у заголовку *X-System-Token*.

На рис. 4 наведено відмінності між прямою комунікацією, коли запит здійснюється безпосередньо від користувача до модуля через відповідний сайдкар та міжмодульною комунікацією (module-to-module), при якій запит ініціюється одним сайдкаром Sidecar 1 і перенаправляється через інший сайдкар Sidecar 2 до цільового модуля. Особливістю міжмодульної комунікації є її обробка спеціалізованим фільтром F_2, який забезпечує перевірку системного токена, переданого у запиті.

На рис. 5 показана блок-схема алгоритму фільтру KeycloakSystemJwtFilter.

Фільтр F_3 – KeycloakJwtFilter – призначений для парсингу JWT токена, який міститься у заголовках. Його функціонал зосереджений на забезпеченні безпеки мікросервісної системи шляхом перевірки валідності токена та його відповідності вимогам. Він визначається як послідовність наступних операцій:

$$F_3(R_{in})=f_4(f_3(f_2(f_1(R_{in})))),$$

де f_1 – перевірка, чи потрібно пропустити запит; f_2 – отримання токена з заголовків; f_3 – розбір токена; f_4 – модифікація контексту.

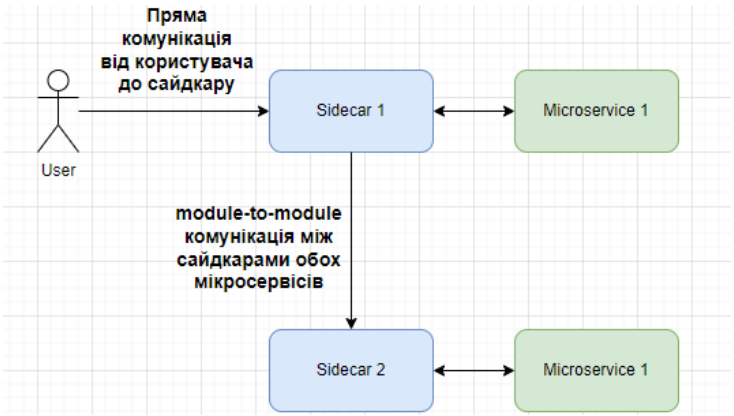


Рис. 4. Особливість міжмодульної комунікації

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

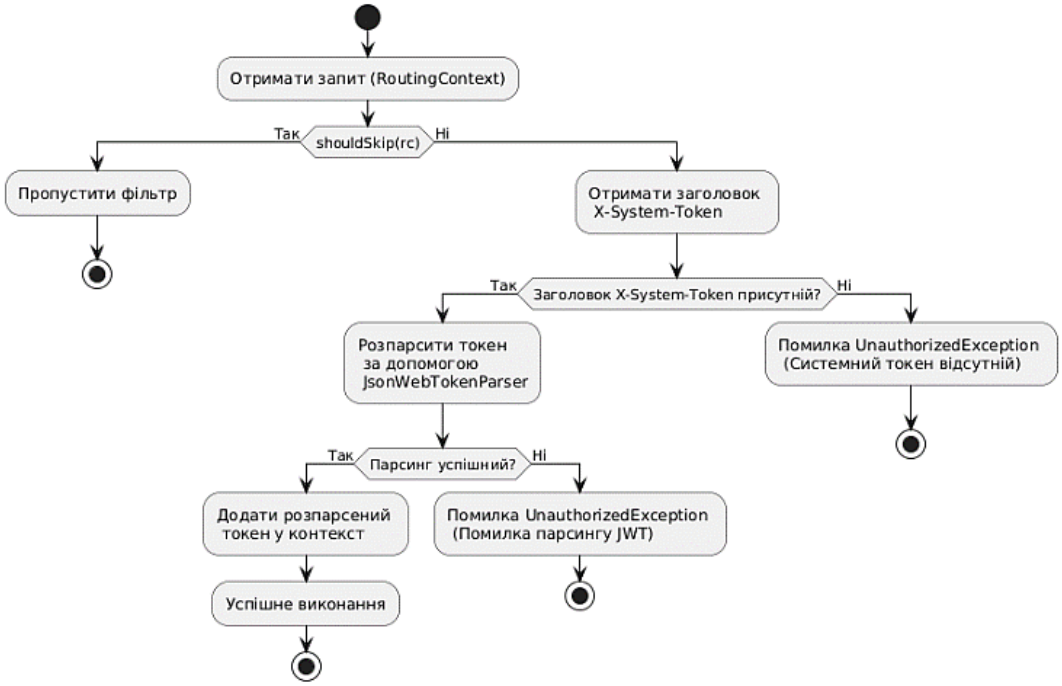


Рис. 5. Алгоритм F_2 KeycloakSystemJwtFilter

Умова пропуску виконання фільтра: якщо запис маршрутизації з параметром interfaceType, що дорівнює "system", але параметр interfaceId не дорівнює "_timer".

Блок-схема алгоритму даного фільтра представлена на рис. 6.

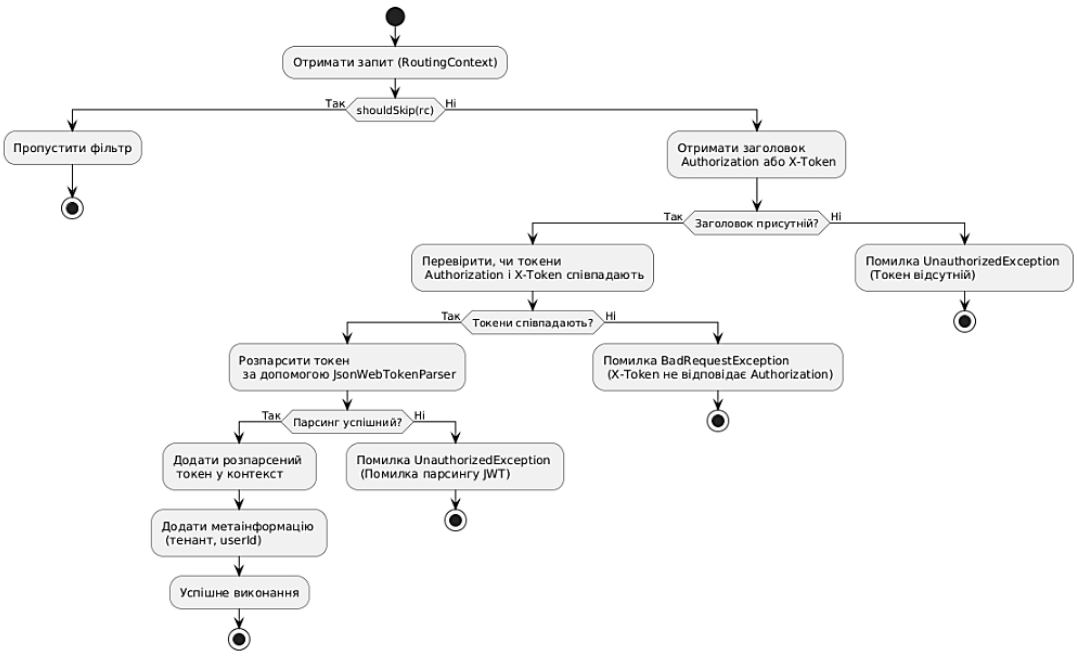


Рис. 6. Алгоритм F_3 KeycloakJwtFilter

Фільтр F_4 – *KeycloakTenantFilter* – виконує перевірку узгодженості параметрів ідентифікаторів тенантів у заголовках HTTP-запитів, дотримуючись правил міжтенантної взаємодії у мультитенантних архітектурах (рис. 7).

Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

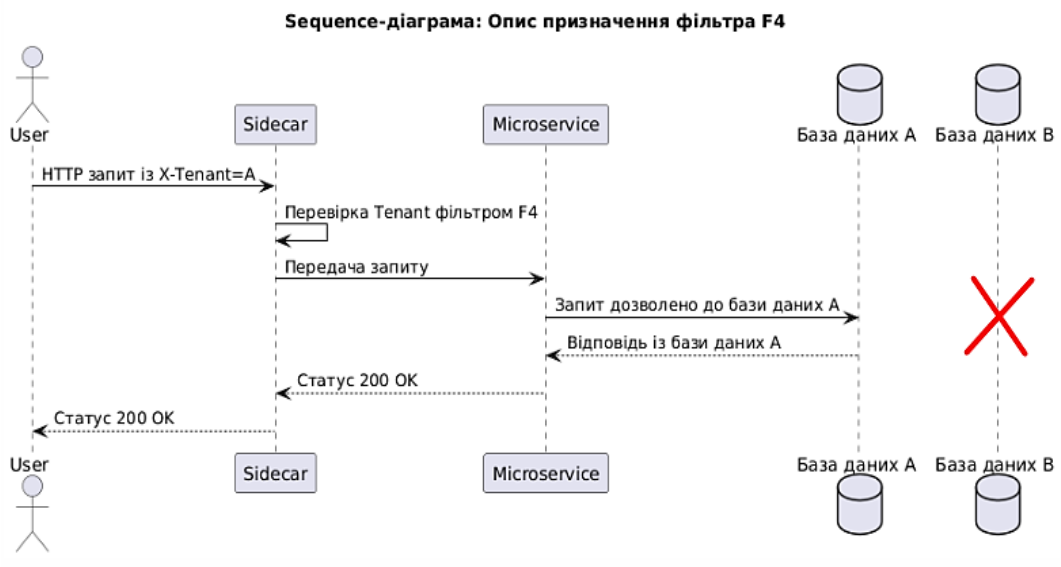


Рис. 7. Базове призначення *F₄* KeycloakTenantFilter

За умови, якщо запит надійшов із заголовком *X−Tenant=A*, то фільтр блокує будь-який доступ до баз даних інших тенантів (на приклад, Бази даних B). Таким чином, гарантується ізоляція даних та запобігається несанкціонований доступ до ресурсів інших тенантів. Реалізація такої функціональності на рівні сайдкару забезпечує централізований контроль, що унеможливлює дублювання логіки та ймовірність помилок на рівні мікросервісів. У великих системах, які можуть складатися з десятків (сотень) сервісів, така централізація дозволяє виключити ризик виникнення вразливостей, пов'язаних із порушенням ізоляції між тенантами. Фільтр підтримує адаптивний режим роботи для сценаріїв, коли тенанти об’єднуються в єдиний консорціум, надаючи можливість користувачам отримувати доступ до даних кількох тенантів одночасно. На приклад, такий режим стає актуальним у випадках, коли кілька департаментів або афілійованих організацій потребують спільного використання інформації. У такому середовищі фільтр переходить у режим *CrossTenantEnabled=true*, відключаючи перевірку належності запиту одному тенанту.

У даному режимі роль контролю доступу до ресурсів бере на себе фільтр KeycloakAuthorizationFilter F_5, який перевіряє авторизаційні дозволи користувача до конкретних ресурсів. Така комбінація F_4 та F_5 дозволяє створити адаптивну архітектуру, яка поєднує сувору ізоляцію із можливістю гнучкої міжтенантної взаємодії. Крім того, централізація логіки ізоляції та міжтенантного доступу на рівні сайдкару значно спрощує управління системою. На приклад, зміна режиму *CrossTenantEnabled* виконується лише на рівні загальносистемного налаштування сайдкару, після чого, уся мікросервісна архітектура автоматично адаптується до нових політик без необхідності зміни логіки у кожному мікросервісі. Це дозволяє уникнути дублювання змін у великій кількості сервісів та забезпечує централізований контроль над системою.

Таким чином, у даному фільтрі реалізована динамічна модель ізоляції/взаємодії в мультитенантих середовищах. На рис 8. представлена діаграма послідовностей даного фільтру для режиму за замовчуванням *CrossTenantEnabled = False*.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

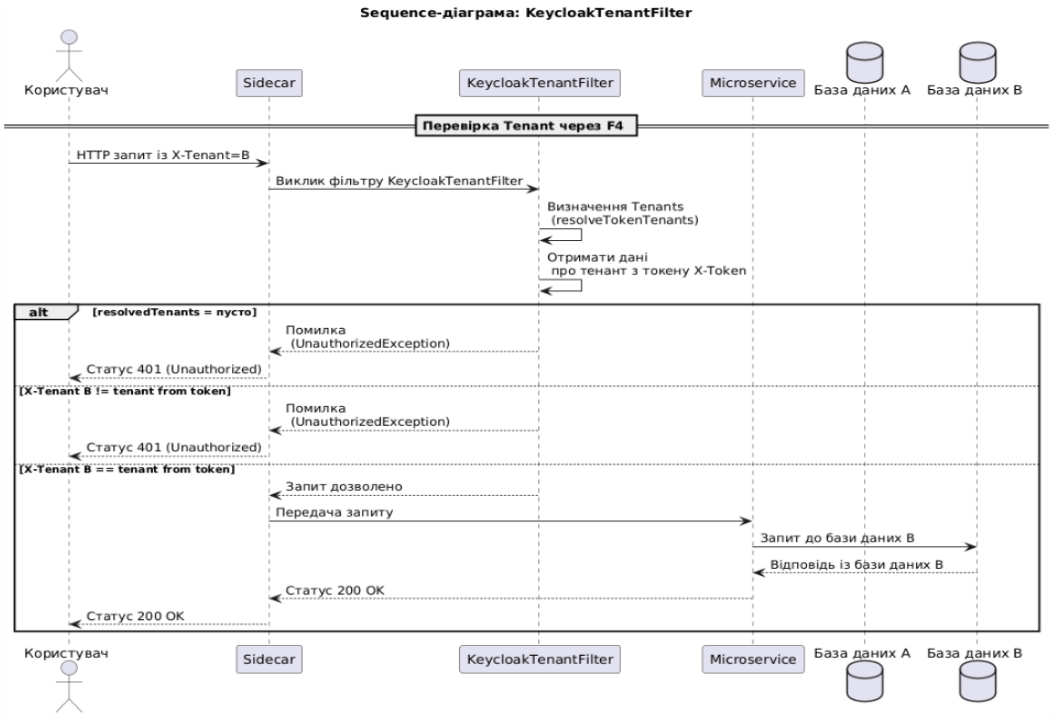


Рис. 8. Діаграма послідовностей F_4 KeycloakTenantFilter

У системі визначено множину *T*, яка включає усі тенанти системи:

$$T=\{t_1,t_2,\ldots,t_n\}, \tag{6}$$

де n – кількість тенантів, які можуть варіюватися від 1 до сотень.

Для кожного запиту визначається тенант, який ініціює запит (із заголовку *X-Tenant*):

$$t_{request} \in T, \tag{7}$$

де $t_{request}$ – тенант, який ініціював запит; T – множина усіх тенантів системи.

Множину тенантів, яка визначається через токен *X-Token*, можливо записати наступним чином:

$$resolvedTenants \subseteq T, \tag{8}$$

де resolvedTenants – множина визначених тенантів із токена; T – множина усіх тенантів системи.

Функція F_4 визначається як композиція послідовних операцій:

$$F_4(R_{in})=f_4(f_3(f_2(f_1(R_{in})))),$$

де f_1 – перевірка умови, або слід пропустити запит; f_2 – отримання множини ідентифікаторів тенантів resolvedTenants; f_3 – перевірка перетину міжтенантної взаємодії crossTenantEnabled, якщо режим crossTenantEnabled = true, то пропускається перевірка відповідності тенантів і запит дозволяється; f_4 – перевірка відповідності заголовку X-Tenant множині визначених тенантів T.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

До умов пропуску виконання фільтру можливо віднести наступні:

– interfaceId не дорівнює "_timer";
– interfaceType дорівнює "system";
– запит до самого себе (Self request);
– запит маршрутизації не вимагає окремих дозволів.

На рис. 9 представлена блок-схема алгоритму даного фільтру.

Фільтр F_5 – *KeycloakAuthorizationFilter* – забезпечує безпеку та контроль доступу у сервісно-меш архітектурі. Основною його задачею є перевірка дозволів користувача для виконання вхідного HTTP-запиту, що досягається через інтеграцію з Keycloak (рис. 10 початкова реалізація фільтру).

Під час стрес-тестування даного фільтру виявлено, що протягом 17 хв інтервалу сайдкари здійснили 132,239 запитів до сервера авторизації Keycloak, що вказує на значне навантаження на Keycloak, який виступає критичним компонентом у системній архітектурі.

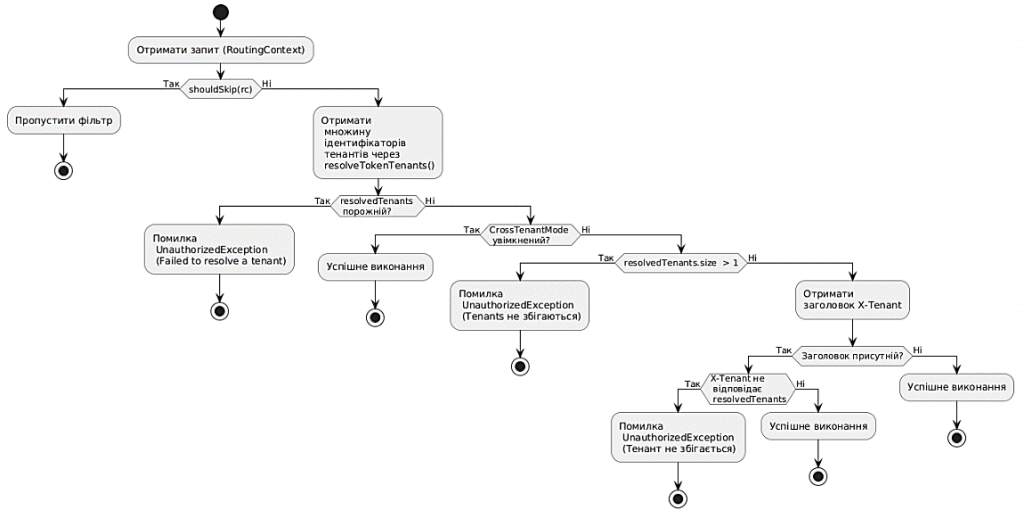


Рис. 9. Алгоритм F_4 KeycloakTenantFilter

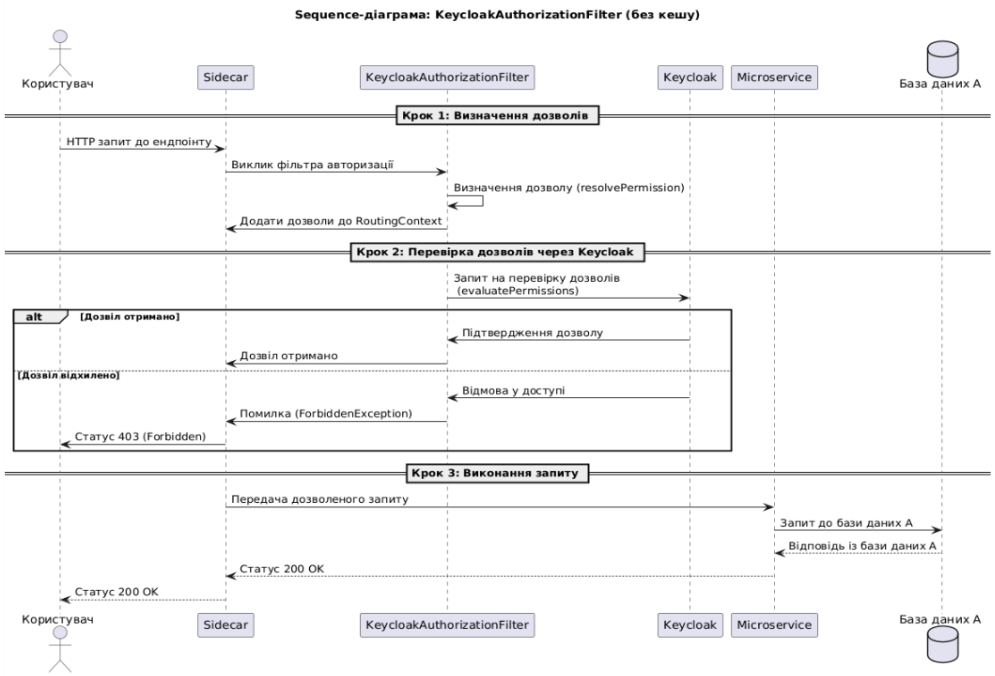


Рис. 10. Початкова реалізація KeycloakAuthorizationFilter F_5

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Під час пікових навантажень кількість таких запитів може збільшуватися експоненційно, що робить Keycloak потенційним вузьким місцем, навіть за умов відносно невисокого загального навантаження на інфраструктуру.

На рис. 11 представлені кількісні дані такого логування.

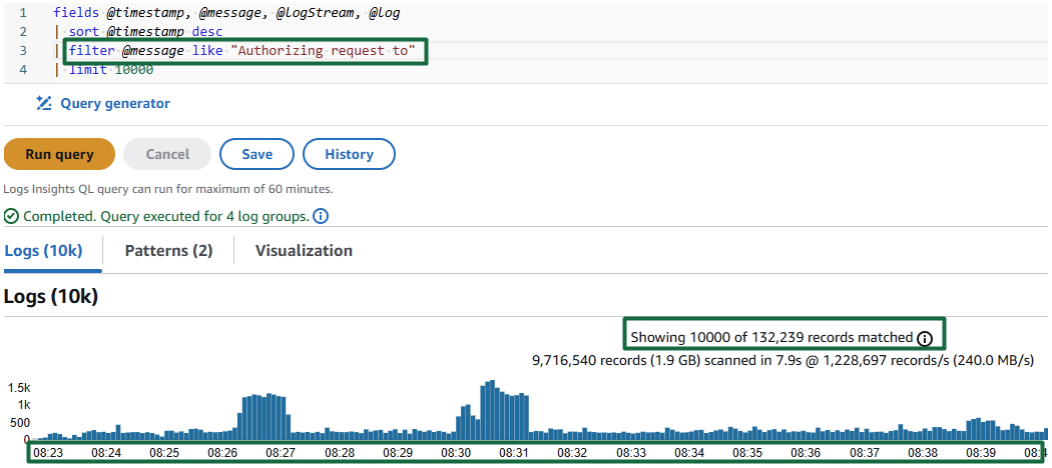


Рис. 11. Навантаження на Keycloak під час 17-ти хвилинного проміжку часу

Для зменшення навантаження на Keycloak та прискорення обробки запитів, запроваджено кешування токенів авторизації у фільтрі F_5, що є важливим способом оптимізації. Кешування дозволяє уникати надмірного виклику *evaluatePermissions* до Keycloak, що оптимізує використання зовнішньої системи. Менша кількість запитів до Keycloak означає зменшення трафіку у внутрішній (зовнішній) мережі, що позитивно впливає на масштабованість усієї системи.

Існує декілька способів реалізації. Один з варіантів передбачає застосування розподіленого кешу, який використовується усіма сайдкарами у рамках мікросервісної архітектури. У контексті інтеграції з Keycloak, може бути ефективно використано Infinispan — це розподілена, високопродуктивна, у пам'яті зберігаюча система, що забезпечує тісну інтеграцію з Keycloak, яка пропонує рішення "з коробки". При використанні такого розподіленого кешу, якщо токен вже був закешований сайдкаром 1, то сайдкар 2 матиме можливість отримати значення цього токену з розподіленого кешу, незалежно від того, чи обробляв він цей вхідний токен раніше. Хоча, розглянутий варіант володіє рядом переваг, таких як: доступність кешованих значень для усіх сайдкарів та наявність ефективної інтеграції Keycloak із розподіленим кешем. Потрібно зазначити, що для реалізації більш високопродуктивного кешу необхідне застосування більш оптимізованого рішення. Використання додаткового HTTP-запиту до API розподіленого кешу зберігає певні недоліки, оскільки не усуває цілковито проблему, яка полягає у мінімізації HTTP-запитів між компонентами системи.

Тому, для оптимізації взаємодій між сайдкарами, а також забезпечення максимальної прозорості та ефективності авторизаційних механізмів, розглядається потреба в удосконаленні технічної структури кешування: використання локального кешу на рівні кожного сайдкара для зберігання токенів, які часто запитуються. Такий підхід мінімізує необхідність у здійсненні зовнішніх HTTP-запитів при перевірці авторизації.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

На рис. 12 показана діаграма такого розгортання, а на рис. 13 – діаграма послідовностей F_5 з використанням кешу. На рис. 14 представлена блок-схема алгоритму даного фільтра.

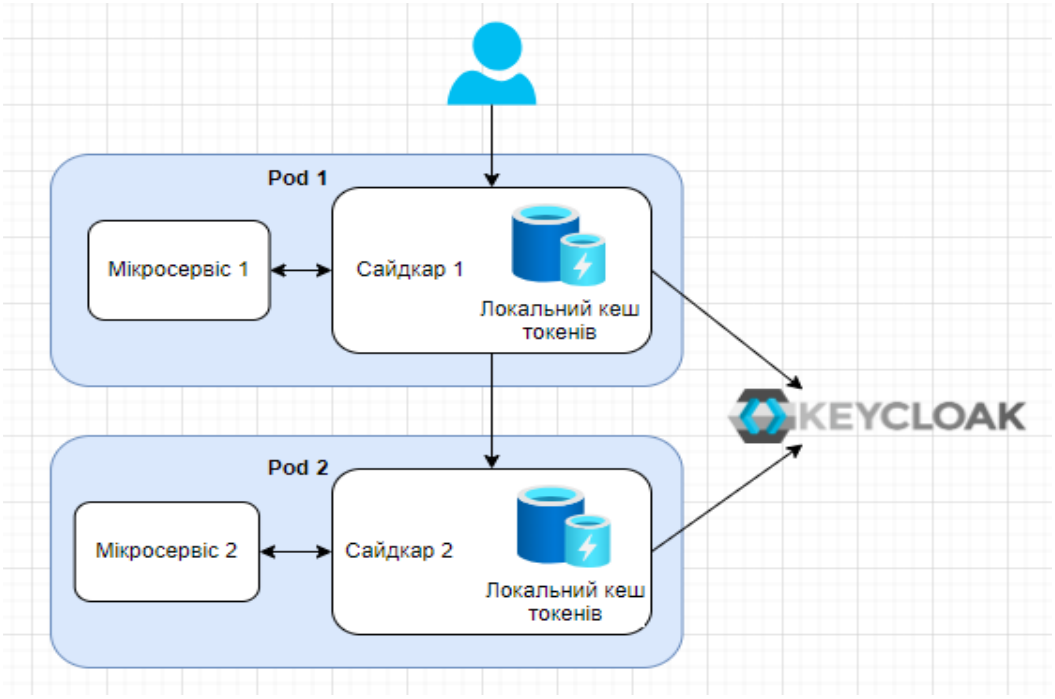


Рис. 12. Розгортання сайдкару з локальним кешем

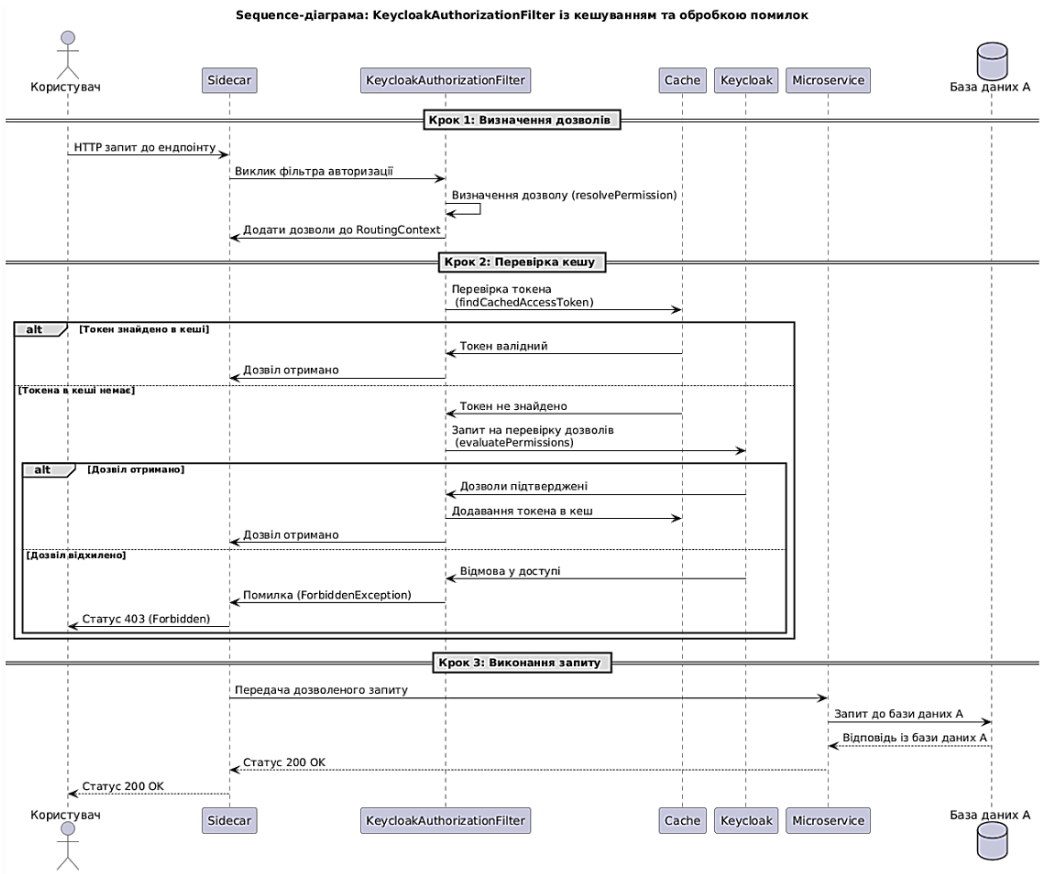


Рис. 13. Реалізація F_5 KeycloakAuthorizationFilter з кешем

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

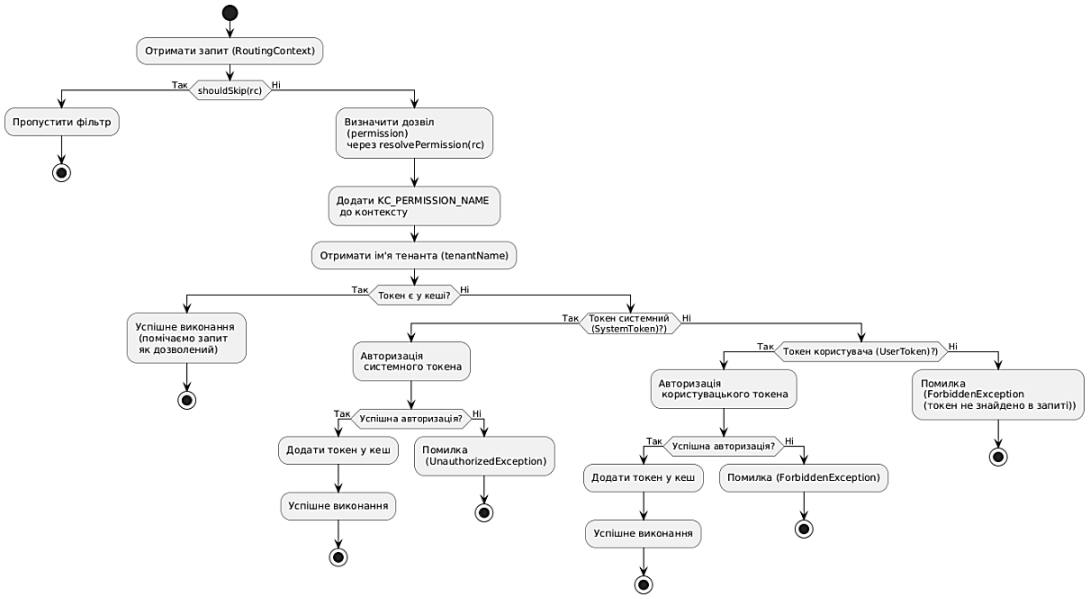


Рис. 14. Фінальна версія алгоритму F_5 KeycloakAuthorizationFilter

Одним із ключових аспектів розробки сайдкару є вибір високопродуктивної бібліотеки кешування. Для сайдкару критично важливо знижувати час на відповіді HTTP-запити, які він обробляє, оскільки його роль полягає не у виконанні бізнес-логіки, а у обробці запитів на рівні системи. Уся бізнес-логіка реалізується безпосередньо у мікросервісах, що забезпечує гнучкість та масштабованість системи [5].

Фреймворк Quarkus, який є основою реалізації сайдкару, надає вбудовану підтримку інтеграції з асинхронною неблокуючою бібліотекою кешування Caffeine, яка застосовується як локальний кеш для збереження токенів. Caffeine – це високопродуктивна бібліотека, яка оптимізована для мінімальних затримок доступу до кешованих даних та високої пропускної здатності. Однією з її ключових переваг – є застосування ефективного алгоритму управління кешем Least Recently Used (LRU), який інтенсивно оптимізований для виконання на JVM, завдяки покращенням на рівні компілятора.

Крім того, Caffeine підтримує удосконалені механізми управління оперативною пам'яттю та асинхронне API, що дозволяє уникати блокувань та конфліктів між потоками. Ефективність Caffeine у порівнянні з іншими поширеними бібліотеками кешування підтверджена у дослідженні, опублікованому у [6]. Згідно з отриманими результатами, Caffeine демонструє значну перевагу у швидкості вставки та читання даних порівняно з такими бібліотеками, як Guava або ConcurrentHashMap (рис. 15).

Початковий варіант коду створення кешу для зберігання токенів може виглядати наступним чином:

```
@ApplicationScoped
public Cache<String, JsonWebToken> kcAuthorizationCache(KeycloakProperties
props, JsonWebTokenExpiry expiry) {
  return Caffeine.newBuilder()
    .expireAfter(expiry)
```


 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

```
    .initialCapacity(10)
    .maximumSize(props.getAuthorizationCacheMaxSize())
    .removalListener((k, jwt, cause) -> log.debug("Cached access token removed:
key={}, cause={}", k, cause))
    .build();
}
```

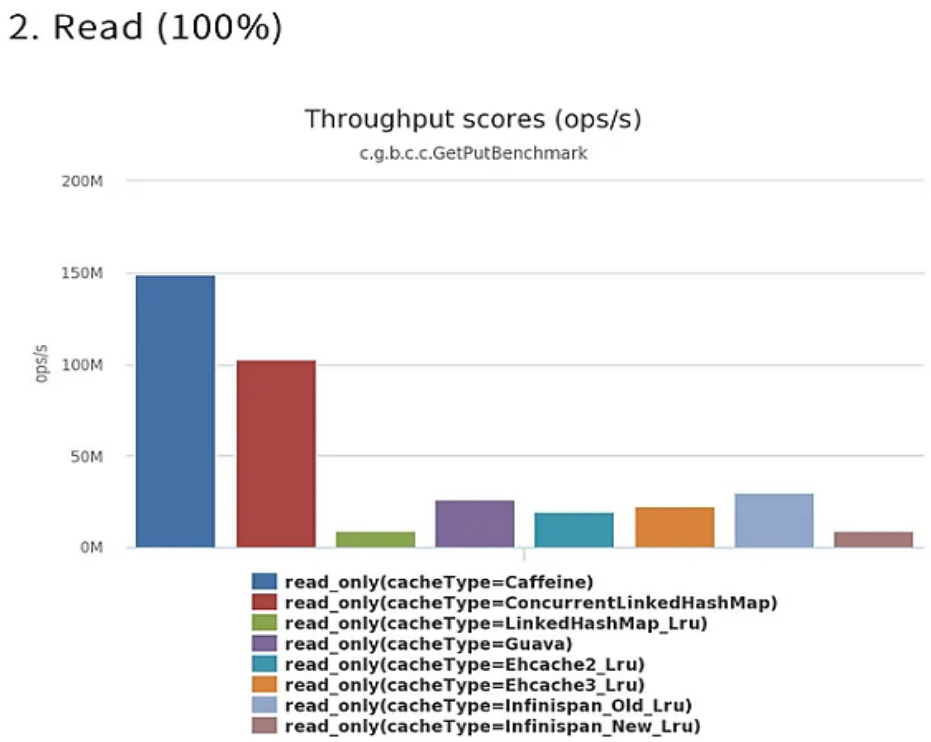


Рис. 15. Швидкість операцій читання з кешу

До основних параметрів можливо віднести наступні:

– *expireAfter* – параметр вказує, наскільки довго об'єкт у кеші буде вважатися дійсним;

– *initialCapacity* – метод задає початковий розмір кешу (10 об'єктів), що мінімізує витрати на виділення пам'яті при першому додаванні даних у кеш;

– *maximumSize* – параметр обмежує максимальну кількість об'єктів, які можуть одночасно зберігатися у кеші;

– *removalListener((k, jwt, cause)* – метод, який додає слухача (listener) для обробки подій видалення елементів із кешу.

У даній початковій реалізації є потужна основа, яка удосконалюється для створення адаптивної моделі кешу, що буде краще масштабуватися та споживати менше об’єму оперативної пам’яті.

Для сайдкарів особливо важливо застосовувати легковісні принципи дизайну, у яких оптимізація кешу досягається без блокувань потоків та ручного управління пам’яттю [7]. Ураховуючи такі вимоги, як основу для реалізації вибрано високопродуктивну бібліотеку Caffeine, яка підтримує асинхронні неблокуючі операції кешування. Основна мета даної реалізації – створити надлегкий компонент кешування, розрахований на роботу з дуже обмеженими ресурсами пам’яті. Запропонований підхід дозволяє динамічно змінювати

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

розмір кешу залежно від навантаження системи, підтримувати пріоритетну очистку даних та забезпечувати збір метрик для контролю ефективності роботи кешу.

Розмір кешу змінюється залежно від навантаження системи, що дозволяє оптимізувати використання пам'яті під час низького навантаження та масштабуватися при його зростанні. Формулу для визначення динамічного регулювання ємності кешу можливо записати наступним чином:

$$Cache_{maxSize}(t)=\min(BaseSize\cdot(1+\alpha\cdot Load(t)),MaxLimit), \quad (9)$$

де BaseSize – базовий розмір кешу; α – коефіцієнт адаптації (визначається емпірично); Load(t) – рівень завантаження сайдкару у момент часу t (на приклад, частота запитів); MaxLimit – максимальний допустимий розмір кешу.

Даний динамічний підхід як підвищує ефективність, так й оптимізує використання пам'яті.

Для управління пріоритетами у видаленні даних з кешу використовується ваговий механізм, який є більш інтелектуальним, ніж стандартний LRU. Традиційний алгоритм LRU не враховує інші важливі фактори, такі як частоту доступу та час останнього використання одночасно. Включення вагового механізму додає гнучкість та адаптивність наступним чином:

$$\mathbf{w_i = \beta \cdot Frequency_i + \gamma \cdot \frac{1}{TimeSinceLastAccess_i}}, \quad (10)$$

де $Frequency_i$ – кількість запитів до токена i; $TimeSinceLastAccess_i$ – час, який минув від останнього використання токена i; $\boldsymbol{\beta, \gamma}$ – вагові коефіцієнти (визначають ступінь впливу кожного фактора).

Дана модель дозволяє залишати у кеші найбільш важливі токени, що часто запитуються або нещодавно були використані. Механізм ваг реалізовано за допомогою функції weigher() наступним чином:

```
.weigher((String key, JsonWebToken token) -> {
   long lastAccessTime = getLastAccessTime(token);
   int frequency = getUsageFrequency(token);
   return (int) (frequency * 1000 - lastAccessTime);
});
```

Даний підхід є легковісним та ефективним, оскільки не потребує додаткових об'єктів для статистики. Тому, що усі необхідні дані вже зберігаються у токені.

Для зниження використання пам'яті впроваджено механізми автоматичної та ручної інвалідації даних. Автоматична інвалідація кешу реалізована через закінчення часу життя токенів *expireAfter(expiry)*. Додатково, запроваджено механізм реакції на спеціальні події такі як *LogoutEvent*, коли користувач виходить з системи:

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

```
.removalListener((k, jwt, cause) -> {
  if (cause == RemovalCause.EXPIRED || cause == RemovalCause.SIZE) {
    log.debug("Token {} removed due to {}", k, cause);
    handleTokenExpiry(k);
  }
});
```

Для оцінки ефективності кешу реалізовано збір кількох ключових метрик:

$$\text{Cache}_{\text{efficiency}} = 1 - \frac{\text{Misses}}{\text{Total_Requests}}, \quad (11)$$

де Hits – кількість запитів до токенів, які були знайдені у кеші; Misses – кількість запитів, коли токен у кеші відсутній; Total_Requests – загальна кількість запитів, оброблених фільтром: Hits + Misses.

На приклад, якщо *Misses*=30, а *Total_Requests*=100, тоді:

$$Cache_{efficiency} = 1 - \frac{30}{100} = 0.7(70\% \text{ ефективності}).$$

Ефективність кешу дозволяє оцінювати, наскільки продуктивно працює запропонований механізм у реальних умовах.

Реалізацію збору метрик можливо представити наступним чином:

```
private void logCacheStats() {
   log.info("Cache Stats: Hits={}, Misses={}, Efficiency={}",
      cache.stats().hitCount(),
      cache.stats().missCount(),
      1 - (double) cache.stats().missCount() /
      (cache.stats().missCount() + cache.stats().hitCount()));
}
```

Така функція дозволяє оцінювати продуктивність кешу у реальних сценаріях використання та оптимізувати його роботу.

Фінальний код реалізації складається з поєднання динамічного управління розміром кешу, вагового механізму та механізмів інвалідації:

```
@ApplicationScoped
public Cache<String, JsonWebToken> kcAuthorizationCache(KeycloakProperties
props, JsonWebTokenExpiry expiry) {
   return Caffeine.newBuilder()
      .expireAfter(expiry) // Термін життя токенів
      .weigher((String key, JsonWebToken token) -> {
         long lastAccessTime = getLastAccessTime(token);
         int frequency = getUsageFrequency(token);
         return (int) (frequency * 1000 - lastAccessTime);
      }) // Ваговий механізм для пріоритизації даних
      .maximumWeight(10_000) // Максимальне допустиме значення ваги
      .removalListener((k, jwt, cause) -> {
```

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

```
        if (cause == RemovalCause.EXPIRED || cause == RemovalCause.SIZE) {
          log.debug("Token {} removed due to {}", k, cause);
          handleTokenExpiry(k);
        }
    }) // Відслідковування видалення даних через події
    .build();
}
```

Реалізоване динамічне управління розміром кешу залежно від навантаження системи дозволяє ефективно оптимізувати використання пам'яті під час низького навантаження та підтримувати високу продуктивність при пікових умовах. Замість базового алгоритму LRU застосовано ваговий механізм, який визначає важливість токенів на основі частоти звернень $Frequency_i$ та часу останнього доступу $TimeSinceLastAccess_i$.

Запропоновані пропозиції адаптивного кешування забезпечують гнучке управління пам'яттю, знижують навантаження на Keycloak та підвищують загальну продуктивність. Інтеграція вагового підходу до очищення даних та динамічного регулювання розміру кешу надає сайдкару здатність адаптуватися до змінних умов навантаження, залишаючись легковісним і масштабованим компонентом хмарної архітектури.

Інтеграція вагового коефіцієнта *tenantId.* У мультитенантних системах часто виникають ситуації, коли окремі тенанти мають різний рівень навантаження. На приклад, великий департамент із великою кількістю співробітників може генерувати значно більше запитів, ніж невелика команда. Через це стандартний підхід до кешування стає менш ефективним, оскільки не враховує специфічну активність кожного тенанта. Для вирішення даного завдання запропоновано адаптивний алгоритм кешування з використанням вагового коефіцієнта *tenantId*. У запропонованій моделі частота запитів до конкретних токенів доповнюється метрикою активності відповідного тенанта. Це дозволяє створити більш адаптивний механізм кешування, який пріоритизує дані активніших тенантів, залишаючи їх у кеші довше. Такий підхід пришвидшує доступ до даних та оптимізує використання пам'яті у мультитенантних середовищах. Системна архітектура вже включає окремі наступні фільтри:

– KeycloakTenantFilter F_4 – відповідає за тенантну ізоляцію та допомагає визначити цільовий тенант для кожного запиту (у фільтрі розміщується логіка збору метрик активності тенантів);

– KeycloakAuthorizationFilter F_5 – реалізує авторизацію та використовує кеш для зберігання токенів (адаптація кешу залежить від логіки обох фільтрів, дозволяючи виконувати комбіновану оптимізацію).

Така інтеграція сприяє узгодженому управлінню ресурсами між рівнями, забезпечуючи збалансований розподіл пам'яті для різних тенантів у хмарному середовищі.

Для врахування активності тенантів у вагових обчисленнях пропонується наступна модифікована формула:

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

$$w_i = \beta \cdot Frequency_i + \gamma \cdot \frac{1}{TimeSinceLastAccess_i} + \delta \cdot TenantActivity_j, \quad (12)$$

де $Frequency_i$ – кількість запитів для токена i; $TimeSinceLastAccess_i$ – час, який минув від останнього доступу до токена i; $TenantActivity_j$ – активність відповідного тенанта j (кількість запитів або рівень завантаження тенанта); β, γ, δ – вагові коефіцієнти для точного налаштування впливу кожного фактора.

Запропонована модель дозволяє залишати у кеші важливі токени більш активних тенантів. Це зменшує ризик випадкового видалення потрібних даних та сприяє зниженню запитів до Keycloak. Тенантна інформація вже міститься у токенах у вигляді *Claim*:

```
String tenantId = token.getClaim("tenantId");
int tenantActivity = getTenantActivity(tenantId);
```

Метод *getTenantActivity(tenantId)* базується на метриках, які збираються на рівні сайдкару у фільтрі F_4 та показує кількість запитів або загальний рівень активності тенанта за обраний часовий інтервал. Для врахування активності тенантів розширено метод розрахунку ваги даних:

```
.weigher((String key, JsonWebToken token) -> {
   long lastAccessTime = getLastAccessTime(token);
   int frequency = getUsageFrequency(token);
   // Отримання tenantId і рівня активності
   String tenantId = token.getClaim("tenantId");
   int tenantActivity = getTenantActivity(tenantId);
   // Модифікована формула ваги
   return (int) (props.getBeta() * frequency
      + props.getGamma() / (System.currentTimeMillis() - lastAccessTime)
      + props.getDelta() * tenantActivity);});
```

Даний алгоритм вагового кешування представимо за допомогою блок-схеми на рис. 16.

У випадку обмеженого розгортання з використанням лише одного тенанта ваговий коефіцієнт δ встановлюється рівним нулю (δ=0). У такому випадку формула ваги залежить лише від частоти звернень та часу останнього доступу, що робить алгоритм універсальним для звичайних так і для мультитенантних середовищ.

Таким чином, інтеграція вагового коефіцієнта *tenantId* забезпечила удосконалення адаптивного алгоритму кешу для мультитенантних середовищ. Вона дозволяє враховувати специфічну активність кожного тенанта, оптимізуючи продуктивність системи і ефективне управління пам'яттю.

Перспективність застосування розробленої моделі кешування в інших сценаріях наступна. Module-to-module комунікація є важливим компонентом мікросервісних архітектур. Коли сервіси взаємодіють через сайдкари, їм часто потрібно отримувати access key для авторизації запитів. У реалізації

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

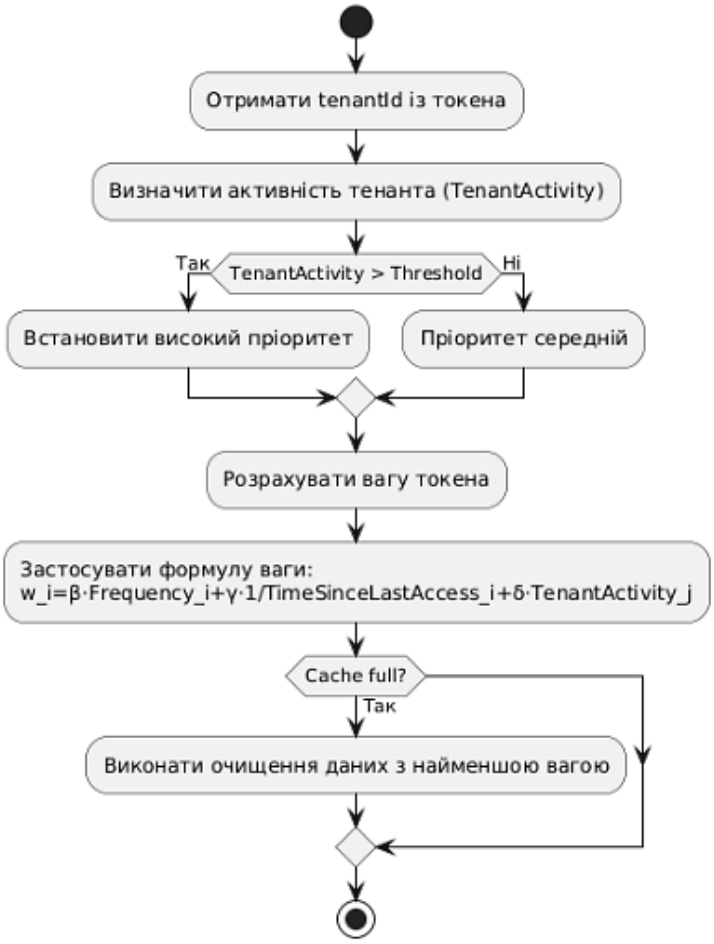


Рис. 16. Оновлений алгоритм вагового кешування

KeycloakSystemJwtFilter, ключовий компонент Keycloak Service Client, створює запити між модулями, а AWS SSM (Systems Manager Parameter Store) використовується для зберігання облікових даних для авторизації.

Для зменшення затримок доступу до AWS SSM та вирішення проблем throttling, які виникають при паралельних високочастотних запитах, запропоновано застосування розробленої моделі кешу у цьому сценарії. Розширення функціоналу кешу дозволяє зберігати облікові дані у кеші, що підвищує швидкодію module-to-module взаємодії у сайдкарі та знижує ризики перевантаження AWS SSM.

Адаптивний кеш зберігає дані у вигляді пар Key-Value, де:

– *Key* – це ідентифікатор (на приклад, ім'я параметра SSM, пов'язане з модулем);

– *Value* – це значення, яке отримане з AWS SSM (на приклад, Access Key або Secret).

Впровадження розробленої моделі кешування у сценарії module-to-module комунікації підкреслює універсальність та адаптивність запропонованого підходу. Використання кешу у ролі проміжної ланки між KeycloakSystemJwtFilter та AWS SSM гарантує підвищення продуктивності, мінімізацію затримок та виключення throttling-запитів. Локальне кешування дозволяє сайдкар-компоненту залишатися легковісним та забезпечувати стабільну комунікацію між модулями у мікросервісній екосистемі [8].

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Висновки. Таким чином, запропоновано пропозиції щодо ефективного застосування фільтрів http-запитів у сайдкар-компонентах. Запропоновані пропозиції адаптивного кешування забезпечують гнучке управління пам'яттю, знижують навантаження на Keycloak та підвищують загальну продуктивність. Інтеграція вагового підходу до очищення даних та динамічного регулювання розміру кешу надає сайдкару здатність адаптуватися до змінних умов навантаження, залишаючись легковісним і масштабованим компонентом хмарної архітектури.

Список використаних джерел:

[1] Коломійцев О.В., Бульба С.С., Соловйова О.І., Носко С.В. Засоби побудови додаткового рівня системи комунікацій у мікро-сервісній архітектурі. *Грааль науки*: міжнар. наук. журнал. – Вінниця: ГО «Європейська наукова платформа»; НУ «Інститут науково-технічної інтеграції та співпраці», 2024. No 46. С. 651–659. – https://doi.org/10.36074/grail-of-science.29.11.2024.084

[2] Носко С.В., Бульба С.С., Коломійцев О.В., Лисиця Д.О., Молчанов Г.І. Пропозиції щодо авторизації в сайдкар компоненті мікросервісної архітектури. *Системи управління, навігації та зв'язку*. – Полтава: НУ «ПП», 2025. № 1(7). С. 116–123. – URL: https://journals.nupp.edu.ua/sunz/issue/view/127/68.

[3] Коломійцев О.В., Бульба С.С., Носко С.В. Метод оптимізації роботи сайдкару в умовах високих навантажень – багаторівневий підхід до буферизації та управління потоками. *Moderní aspekty vědy: LVII. Díl mezinárodní kolektivní monografie / Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o.. Česká republika: Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o.,* 2025. str. 287. – https://doi.org/10.52058/57-2025.

[4] Коломійцев О.В., Бульба С.С., Носко С.В., Комаров В.О., Катунін А.М., Копилов О.О., Лисий О.О., Кібальник В.М., Кобець Ю.В., Пальчиков В.В., Лук'янов Д.А. Пропозиції щодо управління потоками даних у сайдкарах для мікросервісних систем. *ГРААЛЬ НАУКИ*: *міжнар. наук. журнал*. – Вінниця: ГО «Європейська наукова платформа»; НУ «Інститут науково-технічної інтеграції та співпраці», 2025. – No 54. – С. 555-573. DOI 10.36074/grail-of-science.18.07.2025.

[5] Коломійцев О.В., Бульба С.С., Носко С.В. Метод підвищення стійкості сайдкара до зовнішніх навантажень, Інформатика, управління та штучний інтелект, Харків – Краматорськ – Тернопіль, 2025, С. 57.

[6] DevOps блог: "Caffeine Cache". [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: https://blog.devops.dev/easy-to-use-caffeine-cache-1-3db5861f6f39 (дата звернення: 01.07.2025).

[7] Носко С.В., Бульба С.С. Моделі та методи взаємодії між розподіленими мікросервісними системами. *Теоретичні та практичні дослідження молодих вчених.* Тези доповідей XVII міжнародної науково-практичної конференції магістрантів та аспірантів. – Х., 2023. – С. 102.

[8] O. Kolomiitsev, S. Nosko, S. Bulba. A method of increasing the siding's resistance to external loads. *XXXIII Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я. MicroCAD-2025».* 14-17 травня 2025 року. – Х.: НТУ «ХПІ», 2025. – С. 1611.

[9] Носко С.В., Бульба С.С., Семеренко Ю.О. Хмарні технології та їх застосування. *XXXI Міжнародну науково-практичну конференція MicroCAD-2023. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я*. 17-20 травня 2023 р. – Х.: НТУ «ХПІ». – 2023. – С. 1191.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[10] Коломійцев О.В., Бульба С.С., Носко С.В. Метод підвищення стійкості сайдкара до зовнішніх навантажень. *XII Міжнародна науково-технічна конференція. Інформатика, управління та штучний інтелект (ІУШІ-2025).* 14-16 травня 2025 року. – Х.: НТУ «ХПІ», 2025. – С. 57.

[11] Коломійцев О.В., Бульба С.С., Носко С.В., Скородєлов В.В., Рєзніков Ю.В., Собора А.І., Гейко Г.В., Рєзнікова О.Г., Лільчицький В.І., Панченко В.І., Олійник Н.О. Пропозиції щодо оптимізації роботи сайдкару в умовах високих навантажень. *ГРААЛЬ НАУКИ*: *міжнар. наук. журнал*. – Вінниця: ГО «Європейська наукова платформа»; НУ «Інститут науково-технічної інтеграції та співпраці», 2025. – No 53. – С. 606-616. – DOI 10.36074/grail-of-science.20.06.2025.

SUGGESTIONS FOR THE EFFECTIVE USE OF HTTP REQUEST FILTERS IN SIDEKICK COMPONENTS

SCIENTIFIC RESEARCH GROUP:
Oleksii Kolomiitsev
Doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Inventor of Ukraine,
Professor of the Department
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Ukraine
Serhii Bulba
PhD, Associate Professor,
Associate Professor of the Department
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Ukraine
Serhii Nosko
Postgraduate Student of the of the Department
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Ukraine
Oleh Halytskyi
PhD, Associate Professor,
Associate Professor
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Ukraine
Oleksandr Lysyy
PhD,
Leading Researcher
Training and Research Testing Ground of High-Tech Armament and Military Equipment, Ukraine
Vitalii Koval
PhD, Associate Professor,
Junior Researcher of the Scientific Research Department
Training and Research Testing Ground of High-Tech Armament and Military Equipment, Ukraine
Hennadii Zgoda
Head of the Scientific Research Laboratory
Training and Research Testing Ground of High-Tech Armament and Military Equipment, Ukraine
Igor Zhukov
Leading Researcher – Senior Test Engineer
Training and Research Testing Ground of High-Tech Armament and Military Equipment, Ukraine
Borys Haibadulov
Associate Professor
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Ukraine
Ihor Pomohaiev
Senior lecturer
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Ukraine

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Viacheslav Matiushchenko
Researcher – Test Engineer
Training and Research Testing Ground of High-Tech Armament and Military Equipmen, Ukraine

Summary. *The article offers suggestions for the effective use of HTTP request filters in sidekick components. We consider well-known incoming request filters, which are an integral part of the work of sidekick components and process HTTP requests before passing them to the target microservice. The proposed adaptive caching proposals provide flexible memory management, reduce the load on Keycloak, and improve overall performance. The integration of a weighted approach to data cleansing and dynamic cache size adjustment gives the sidecar the ability to adapt to changing load conditions while remaining a lightweight and scalable component of the cloud architecture.*

Keywords: *filter, http request, sidekick component, microservice system, network, target microservice, authorization, request logging, adaptive caching, architecture*

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ISSN 2710–3056

ARTICLE

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.060

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ОПТИКО-ВІЗУАЛЬНОГО КОНТРОЛЮ ПОВЕРХОНЬ ВИСОКОРОЗТАШОВАНИХ КОНСТРУКЦІЙ ПЛАНЕРА ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ

НАУКОВО-ДОСЛІДНА ГРУПА:

Коломійцев Олексій Володимирович
д-р техн. наук, професор, Заслужений винахідник України,
професор кафедри
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна

Сайко Володимир Григорович
д-р техн. наук, професор,
професор кафедри
Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут, Україна

Комаров Володимир Олександрович
канд. техн. наук, ст. дослідник, Заслужений винахідник України,
провідний науковий співробітник
Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут, Україна

Дмітрієв Олег Миколайович
д-р техн. наук, професор,
провідний науковий співробітник
Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Україна

Катунін Альберт Миколайович
канд. техн. наук, ст. наук. спів.,
науковий співробітник
Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Україна

Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Фесюн Олександр Володимирович
начальник науково-дослідної лабораторії
Навчально-науковий випробувальний полігон високотехнологічного озброєння та військової техніки, Україна

Кацуба Руслан Михайлович
старший науковий співробітник – старший інженер-випробувач
Навчально-науковий випробувальний полігон високотехнологічного озброєння та військової техніки, Україна

Рагулін Вадим Валерійович
старший науковий співробітник – старший інженер-випробувач
Навчально-науковий випробувальний полігон високотехнологічного озброєння та військової техніки, Україна

Пятова Юлія Олексіївна
науковий співробітник – інженер-випробувач
Навчально-науковий випробувальний полігон високотехнологічного озброєння та військової техніки, Україна

Фесенко Костянтин Володимирович
молодший науковий співробітник
Навчально-науковий випробувальний полігон високотехнологічного озброєння та військової техніки, Україна

Падалка Іван Олегович
доктор філософії
пілот-студент
Атлантична академія льотної підготовки, Ірландія

Анотація. *В статті розглядаються питання щодо застосування безпілотних літальних апаратів (БпЛА) для проведення діагностичного контролю поверхонь високорозташованих конструкцій планера літального апарату (ЛА) із застосуванням оптико-візуального методу неруйнівного контролю. Застосування БпЛА для рішення питань щодо виявлення ушкоджень обшивки ЛА в умовах експлуатації та веденні бойових дій дозволить істотно зменшити час на огляд конструкції ЛА та позбавить необхідності у застосуванні різного типу обладнання, що встановлюється для проведення огляду конструкції, а також забезпечить якісний і терміновий огляд конструкції ЛА на польових аеродромах.*
Ключові слова: *безпілотний літальний апарат, дефектоскопічний контроль, спеціальне обладнання, працевитрати, неруйнівний контроль, оптико-візуальний контроль, обшивка.*

Вступ. Конструктивні елементи літальних апаратів (ЛА) сконструйовані таким чином, що вони знаходяться під впливом величезних навантажень. Тому, з часом, у елементах конструкції ЛА можуть з'являтися різні дефекти. Своєчасне їх виявлення відіграє важливу роль у безпечній експлуатації ЛА.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

При цьому, важливе місце мають методи неруйнівного контролю (НК), які дозволяють проводити перевірку конструктивних елементів ЛА під час технічного обслуговування (ТО). За допомогою таких методів можливо виявити дефекти конструктивних елементів ЛА, поки вони перебувають у допустимих межах, для вчасного застосування заходів з їх ремонту (заміни деталей тощо). Для виявлення дефектів, тріщин, корозії та інших пошкоджень конструктивних елементів ЛА можуть використовуватися різні методи НК.

Одним із заходів інженерно-авіаційної служби (ІАС) щодо підтримки ЛА у справному стані є проведення дефектоскопічного контролю їх конструктивних елементів. Метою такого контролю є своєчасне виявлення тріщин, корозії, а також порушення нормального становища або руйнування конструкцій ЛА, щоб вжити заходів щодо усунення виявлених дефектів. Тобто, забезпечення високої надійності ЛА, його здатності виконувати у повному обсязі задані функції.

Під контролем розуміють перевірку відповідності ЛА встановленим технічним вимогам, перевірку його кількісних та якісних характеристик.

Застосування засобів дефектоскопії на різних етапах експлуатації ЛА забезпечує, як найважливіший напрямок діагностування, стеження за розвитком у процесі експлуатації ЛА допустимих пошкоджень матеріалу та прогнозування, на такій основі, працездатності ЛА у цілому. Не виявлені критичні та значні дефекти можуть спричинити руйнування конструкцій під час експлуатації. Однак, дефектоскопічний контроль ЛА методом оптико-візуального контролю займає багато часу на проведення огляду, а також має великі як витрати чоловіко-годин на його здійснення, так і фінансові.

Таким чином, розробка пропозицій щодо застосування безпілотних літальних апаратів (БпЛА) для проведення оптико-візуального контролю поверхонь високорозташованих конструкцій планера ЛА є актуальним науковим завданням.

Основна частина. Під експлуатаційним контролем, в умовах експлуатації ЛА, розуміється контроль, який проводиться на аеродромі з демонтажем (без демонтажу) конструктивних елементів планера ЛА.

Порівняно з контролем у промисловості, перед контролем, в експлуатації, необхідно проводити підготовчі роботи, іноді, великої трудомісткості. На приклад, для огляду високорозташованих конструкцій планера ЛА необхідно задіяти спеціальні громіздкі пристрої – драбини, пересувні вишки, приставні драбини, платформи та спеціально призначене для кожного виду контролю обладнання та пристрої, що мають огорожу. Роботи на висоті повинні виконуватись із застосуванням зазначеного обладнання [1].

При необхідності виконувати роботи на високорозташованих конструкціях планера ЛА, на приклад, на стабілізаторі літака типу Іл-76, що розташований на висоті 15 метрів від поверхні землі (рис. 1), з одночасним підтримуванням обладнання для контролю, слід застосовувати сходи та драбини з верхніми майданчиками, захищеними з трьох сторін запобіжним бар'єром (перилами).

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

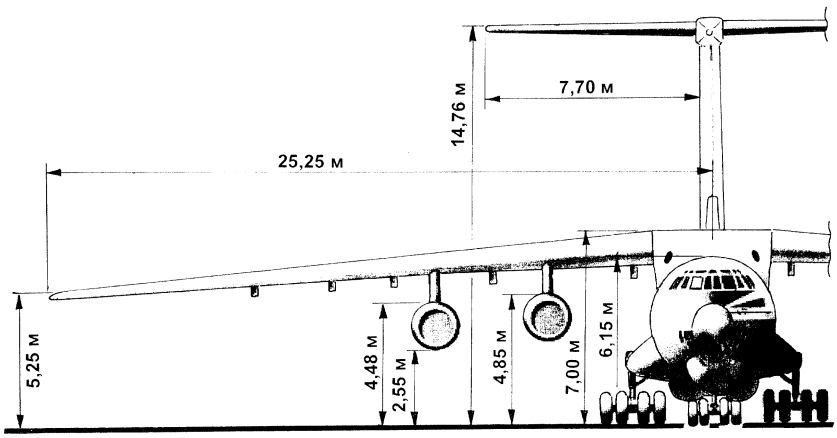


Рис. 1. Схема розташування за висотою конструкцій планера літака типу Іл-76

Варіанти конструктивного виконання такого спеціального обладнання показані на рис. 2-12, де на рис. 2 і 3 показані варіанти спеціального обладнання, що призначене для огляду передньої частини фюзеляжу. На рис. 4 показаний варіант спеціального обладнання, що призначене для огляду консолі крила, а на рис. 5 показаний варіант спеціального обладнання, що призначене для огляду задньої частини фюзеляжу.

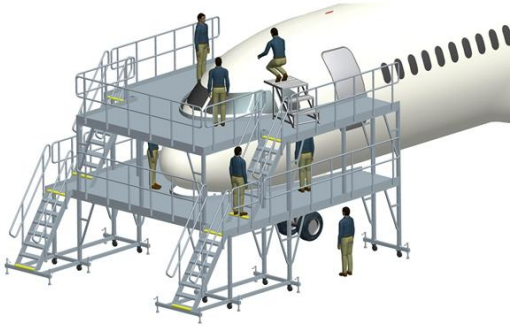


Рис. 2. Спеціальне обладнання, що призначено для огляду носової частини фюзеляжу

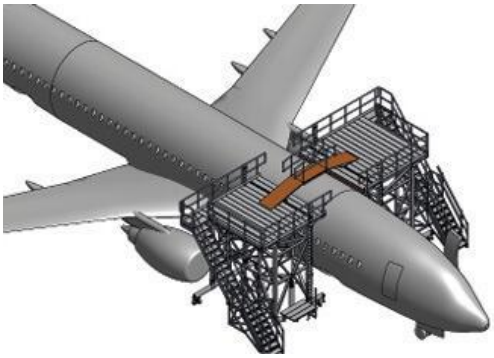


Рис. 3. Спеціальне обладнання, що призначено для огляду передньої частини фюзеляжу



Рис. 4. Спеціальне обладнання, що призначено для огляду консолі крила літака



Рис. 5. Спеціальне обладнання, що призначено для огляду задньої частини фюзеляжу

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

На рис. 6 і 7 показані варіанти спеціального обладнання, що призначене для огляду кіля та стабілізатора, а на рис. 8 і 9 показані варіанти спеціального обладнання, що призначене для огляду водночас усього ЛА.

За приведеними схемами можливо стверджувати, що для встановлення спеціального обладнання потрібно багато часу та залучення значної кількості обслуговуючого персоналу. Тому, дефектоскопічний контроль обшивки ЛА у процесі експлуатації має особливості, через які неможливо, за рідкісними винятками, для його проведення використовувати штатні методики, які застосовуються при виготовленні ЛА.



Рис. 6. Спеціальне обладнання, що призначено для огляду кіля та стабілізатора



Рис. 7. Спеціальне обладнання, що призначено для огляду кіля та стабілізатора

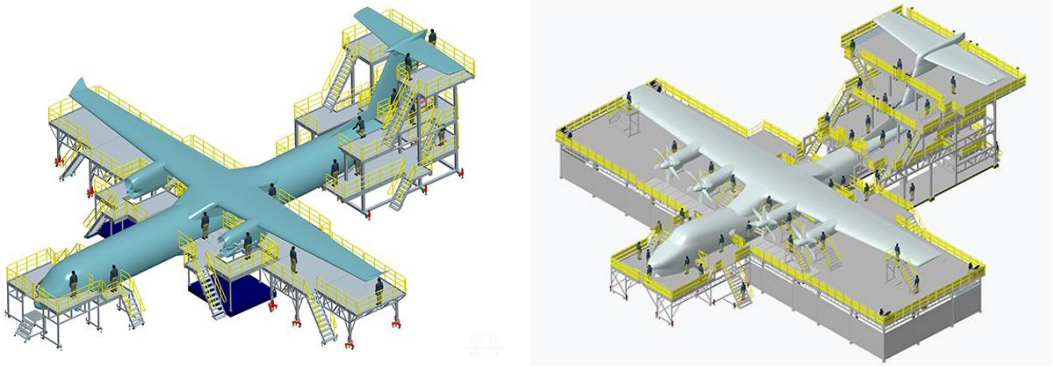


Рис. 8, 9. Варіанти спеціального обладнання для огляду різних типів ЛА у цілому

Такі особливості полягають у наступному:

- контролю піддаються конструкції великих розмірів (з великою площею поверхні, яку необхідно проконтролювати), на поверхні яких нанесені лакофарбові, силікатні, емалеві та інші покриття, а також є окисні плівки, різні відкладення (нагар, забруднення тощо), механічні пошкодження (забоїни, ризки, тріщини тощо), корозійно-ерозійні ушкодження;

- зони, у яких виникають експлуатаційні дефекти, що знаходяться у важкодоступних місцях (на приклад, на висотах від 3 м до 15-20 м, залежно від типу ЛА);

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

- роботи проводяться часто на відкритих стоянках аеродромів, у різних кліматичних та погодних умовах, що може бути небезпечним для фахівців експлуатуючих підрозділів, які оглядають конструкції ЛА, що знаходяться на висотах більше 5 м від поверхні аеродрому;

- роботи проводяться на ділянках планера ЛА, що мають значну кривизну поверхні (фюзеляж ЛА, мотогондоли двигунів, зона засклення кабіни екіпажу), та на тих, що знаходяться на висотах від 5 м до 20 м (де існує небезпека зісковзування та падіння на бетонну поверхню з великої висоти);

- зони, де є незручності становища тіла людини під час проведення огляду конструктивних елементів ЛА (навпочіпки, з необхідністю довгий час тримати руки у піднятому положенні, з відкинутою назад головою тощо).

Наведені на рис. 2-9 схеми обладнання, що застосовується для проведення оптико-візуального контролю зовнішніх поверхонь планера ЛА, наглядно показують особливості проведення огляду тих чи інших конструктивних елементів планера ЛА. Також, можливо стверджувати, що для забезпечення огляду таких поверхонь необхідно затратити значний час для збирання спеціального обладнання, де застосовується не лише ручна праця, а потрібні підйомні крани, вантажна техніка, проведення мереж електропостачання, встановлення засобів підсвічування тощо.

Усе вище перелічене призводить як до великих фінансових витрат на процес контролю, так і значного збільшення часу на його проведення, куди входить ще й час на розбирання спеціального обладнання.

Ефективність дефектоскопічного контролю ЛА методом оптико-візуального контролю переважно визначається наступними показниками:

- достовірністю результатів;
- тривалістю виконання контролю та трудовитратами;
- періодичністю контролю;
- дефектоскопічною технологічністю ЛА (такі властивості передбачають пристосованість елементів конструкції до контролю одним методом або комплексом методів, інструментальну доступність контрольованих місць (поверхень) на ЛА при мінімумі демонтажних робіт та, як найважливіше, витрат часу на проведення контролю, до якого входять витрати часу на підготовку спеціального обладнання, проведення контролю та демонтажу спеціального обладнання, що є найбільш суттєвим при проведенні оптико-візуального контролю зовнішніх поверхонь планера ЛА) [2].

На приклад, на рис. 10 показані варіанти розміщення спеціального обладнання для діагностування водночас усього планера ЛА. За наведеним фото можливо стверджувати, що для встановлення такого обладнання (та його демонтажу) буде потрібен значний час. Однак, у даних випадках огляд верхньої поверхні фюзеляжу ЛА не передбачений – спеціальне обладнання відсутнє.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License



Рис. 10. Варіанти розміщення спеціального обладнання для діагностування водночас усього планера літального апарату

Навіть, для огляду літаків-винищувачів типу F-16 (рис. 11, 12), висота яких до заківцівки кіля не перевищує 5 м, потрібно задіяти багато конструкцій, що у зібраному вигляді становлять спеціальне обладнання. У даному випадку, як і у випадках, що наведені для великогабаритних ЛА, для забезпечення огляду таких поверхонь необхідно затратити значний час на збирання спеціального обладнання, де застосовується не лише ручна праця, а потрібні підйомні крани, вантажна техніка, проведення мереж електропостачання, встановлення засобів підсвічування тощо.

На рис. 13 і 14 показано варіанти встановлення спеціального обладнання для проведення діагностичного контролю літаків-винищувачів типу F-16.



Рис. 11. Літак-винищувач F-16 Повітряних Сил України



Рис. 12. Літак-винищувач F-16, що підготовлений для огляду



Рис. 13, 14. Варіанти встановлення спеціального обладнання для проведення діагностичного контролю літаків-винищувачів типу F-16

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

За різними даними, час на встановлення такого обладнання коливається від 2 год до 5 год та більше, у залежності від кількості обслуговуючого персоналу, якій задіяний.

Для підготовки обладнання, для проведення оптико-візуального контролю кіля ЛА, яке показано на рис. 15 і 16, що за висотою перевершує 15 м, потребується час більше ніж 10 год із залученням різного типу підйомників та значної кількості обслуговуючого персоналу, що неможливо зробити при базуванні літаків на польових аеродромах.



Рис. 15, 16. Варіанти встановлення спеціального обладнання для проведення діагностичного контролю кіля

Таким чином, усі перелічені роботи щодо встановлення спеціального обладнання, потрібні для діагностування обшивки ЛА на предмет виявлення втомних тріщин методом оптико-візуального контролю.

При цьому, найбільш трудомістким є контроль поверхні кіля ЛА та стабілізатора, що розміщений на закінцівці кіля. Термін збирання спеціального обладнання для проведення огляду зазначених конструктивних елементів хвостового оперення ЛА (рис. 15 і 16) досягає понад 10 год, що призводить до збільшення сумарного часу на діагностування (з урахуванням часу на розбирання спеціального обладнання – до 24 год і більше).

Оптико-візуальний контроль [3] – це метод дефектоскопії із застосуванням оптичних приладів. Він використовується для виявлення різних поверхневих дефектів, огляд закритих конструкцій, важкодоступних місць ЛА (за наявності шляхів для доступу приладів до контрольованих місць). Під час візуального контролю оператор повинен виявити неозброєним оком дефект типу тріщини або точки корозії розміром не менше 0,1 мм.

Оптико-візуальний метод діагностичного контролю – це метод, який заснований на використанні законів поширення та заломлення променів світла у системах оптичних приладів та взаємодії світла з конструктивними елементами ЛА, що контролюється. Однак, оптико-візуальний контроль діагностичного контролю має недостатньо високу чутливість та достовірність.

Тому, його використовують для пошуку поверхневих дефектів ЛА, що доступні для безпосереднього огляду, аналізу характеру пошкоджень, виявлених іншими методами дефектоскопії, а також – огляду закритих конструкцій ЛА для виявлення забруднень та наявності сторонніх предметів.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Дефекти, навіть щодо великих розмірів, можуть бути не виявлені за допомогою оптичних приладів через невеликий контраст з фоном, особливо при недостатньому освітленні поверхні обшивки планера ЛА, що контролюється [4].

Оптико-візуальний метод діагностичного контролю застосовується для перевірки відкритих поверхонь ЛА (зовнішніх та внутрішніх) за допомогою оптичних приладів та призначений для виявлення поверхневих дефектів ЛА досить великого розміру: тріщин, подряпин, вм'ятин, корозії, негерметичності тощо (рис. 17).

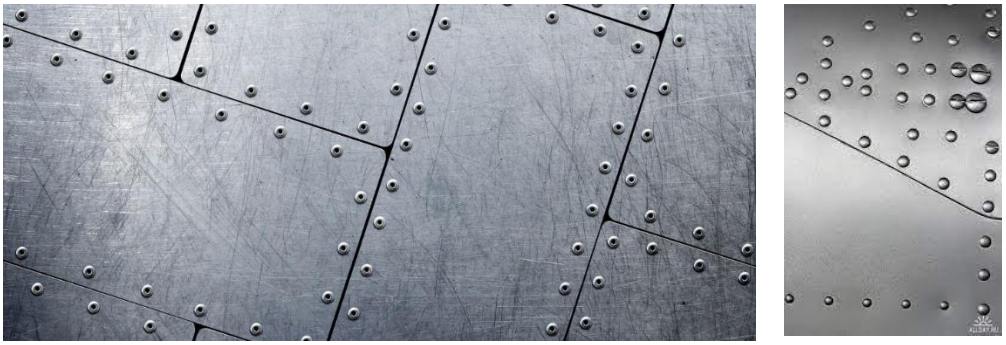


Рис. 17. Вигляд обшивки різних типів ЛА, що отриманий за допомогою візуального спостереження або оптичних і вимірювальних приладів

Мінімальний розмір дефекту ЛА, що може бути виявлений при оптико-візуальному контролі, залежить від характеру контрольованої поверхні, рівня яскравості та контрасту яскравостей між деталлю та фоном. При застосуванні оптико-візуального методу діагностичного контролю оптичні прилади застосовуються для наступного:

- пошуку щодо дрібних поверхневих дефектів ЛА (тріщин, корозійних та ерозійних ушкоджень, виразок, відкритих раковин, пір тощо);

- виявлення великих дефектів ЛА – великих тріщин, місць руйнування елементів конструкції, залишкової згинальної деформації, прихованих або віддалених елементів конструкції, пошуку течій, забруднень, а також різних сторонніх предметів усередині закритих конструкцій;

- аналізу характеру типу та ступеня небезпеки поверхневих дефектів на конструкціях планера ЛА [5].

Візуальне тестування або оптико-візуальний метод діагностичного контролю – є одним з методів неруйнівного контролю оптичного типу. Він заснований на отриманні інформації про матеріал (стан конструкції), зокрема обшивки планера ЛА, за допомогою візуального спостереження або оптичних і вимірювальних приладів (рис. 17).

Метод візуального тестування дозволяє виявляти тріщини, розриви, відхилення розмірів та форми від зазначених більш ніж на 0,1 мм при використанні інструментів зі збільшенням до 10х. Візуальне тестування проводиться неозброєним оком або за допомогою збільшувального скла (збільшувача) зі збільшенням до 7х. У сумнівних випадках для технічної діагностики можуть використовуватися збільшувачі зі збільшенням до 20х. Візуальний огляд з використанням оптичних засобів або без них є

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

оригінальним методом НК, при якому, шляхом ретельного візуального огляду, може бути виявлено багато поверхневих дефектів обшивки ЛА.

Оптичні засоби, що застосовуються для проведення оптико-візуального контролю, включають лупи малої потужності, мікроскопи, телескопи, а також спеціальні пристрої, такі як бороскопи, ендоскопи та інші волоконно-оптичні пристрої для перевірки зон обмеженого доступу. Такі пристрої можуть використовуватись із системами телевізійних камер. Багато у чому успіх візуального огляду залежить від стану поверхні конструкції ЛА, що діагностується, та розташування освітлення.

На даний час оптико-візуальний контроль є одним з найбільш затребуваних методів дослідження якості об'єктів, оскільки має безліч плюсів:

- простота збирання та аналізу даних;
- збереження цілісності та експлуатаційної придатності ЛА, що досліджується при проведенні діагностичного контролю;
- використання нескладного обладнання;
- невеликі трудовитрати;
- високоефективність;
- інформативність.

Застосування оптико-візуального методу діагностичного контролю дозволяє виявити дефекти, що потрібно обов'язково усувати: тріщини, відколи, корозія, підрізи та відхилення від заданих розмірів і форм.

Віддаленість ЛА, як об’єкта контролю, недостатня освітленість, обмежена контрастна чутливість та мала роздільна здатність зору людини (роздільна здатність визначається найменшою відстанню між двома сусідніми мінімальними виявленими дефектами, для яких можлива їх роздільна реєстрація) дозволяє приймати візуальний контроль тільки для виявлення великих дефектів.

Обмеженість гостроти людського зору компенсується застосуванням різноманітних оптичних пристроїв, що дозволяє бачити дрібні об’єкти, розміри яких перебувають поза межі видимості неозброєного ока [5, 6].

При усіх перевагах оптико-візуального методу діагностичного контролю, у нього є один суттєвий недолік – складність проведення діагностичного контролю на високорозташованих конструкціях планера ЛА.

Пропонується використовувати для переміщення оптичних приладів відносно поверхні ЛА – БпЛА з відповідним обладнанням, що дозволить проводити дефектацію у зонах з наявністю небезпечного виробничого фактора – розташування робочого місця на значній висоті відносно поверхні землі (підлоги).

Технологічні процеси при роботі на висоті (що проводяться для діагностування ЛА оптико-візуальним методом діагностичного контролю) повинні бути організовані та проводитися відповідно до технологічної документації та правил технічної експлуатації застосовуваного обладнання, машин і механізмів, з дотриманням вимог, які забезпечують захист працюючих від впливу небезпечних виробничих факторів (слизької поверхні, що діагностується).

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

При необхідності виконувати роботи з огляду поверхні, що діагностується, з одночасним утримуванням в руках пристроїв для діагностування (рис. 18), слід застосовувати спеціальні засоби – сходи, драбини з верхніми майданчиками, захищеними з трьох сторін запобіжним бар'єром (перилами) (рис. 19).



Рис. 18. Проведення контролю верхньої поверхні крила



Рис. 19. Проведення контролю нижньої поверхні стабілізатора

Організація робочих місць повинна забезпечувати стійке становище та свободу рухів працюючого, візуальний контроль діяльності та безпеку виконання трудових операцій.

Організація робочого місця на висоті повинна виключати або допускати рідко і короткочасно роботу у незручних позах (які, на приклад, характеризуються необхідністю сильно нахилятися вперед або у боки, присідати, працювати з витягнутими або високопіднятими руками тощо), що викликають підвищену стомлюваність [7].

Таким чином, проведення оптико-візуального методу діагностичного контролю на поверхнях високорозташованих конструкцій планера ЛА (рис. 1), що заходяться на висотах від поверхні землі (підлоги) більше 2 м, з використанням спеціально призначених для кожного виду робіт обладнання та пристроїв, що мають огородження (рис. 2-10, 13-16, 19) [8], не забезпечує інструментальну доступність контрольованих місць (поверхень) на ЛА при мінімумі демонтажних робіт. Такий підхід призводить до значного збільшення витрат часу на проведення контролю ЛА, до якого входять витрати часу на підготовку спеціального обладнання (його збирання для використання як площадки для розміщення спеціалістів з діагностування) та проведення контролю зовнішніх поверхонь конструкцій планера ЛА із використанням даного обладнання, а також демонтажу зазначеного спеціального обладнання, що є найбільш суттєвим при проведенні зазначеного вище оптико-візуального контролю зовнішніх поверхонь планера літального апарату (особливо, в умовах ведення бойових дій).

Практика експлуатації ЛА вказує на те, що більше 70% сумарного часу, за який проводиться контроль зовнішніх поверхонь конструкцій планера ЛА, приходиться на збирання/розбирання спеціального обладнання, що показане на рис. 2-10, 13-16, 19 та до 20% – на переміщення спеціалістів з діагностування по спеціальному обладнанню уздовж об’єкта контролю (конструктивних

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

елементів планера ЛА, на приклад, стабілізатора) при виконанні робіт з діагностування (рис. 18, 20).



Рис. 20. Розміщення спеціального обладнання для огляду стабілізатора

Також, треба додати незручності при огляді нижніх поверхонь крила та стабілізатора (рис. 20), коли контролер стоїть у незручній позі – з піднятими вгору руками та відхиленою максимально назад головою (щоб очі дивилися вгору) (рис. 21, 22). Такий підхід призводить до передчасної стомлюваності контролера та, як наслідок, до можливості пропуску дефекту.





Рис. 21, 22. Огляд нижньої поверхні крила в стоячому і сидячому положеннях

При огляді поверхні фюзеляжу ЛА, коли огляд здійснюється практично на колінах, є складність у переміщенні контролера по опуклій гладкій поверхні фюзеляжу та небезпека зісковзування з поверхні фюзеляжу.

Саме для усунення зазначеного вище небезпечного виробничого фактору – розташування робочого місця на значній висоті (від 3 м до 15 м і більше) щодо поверхні землі (підлоги) та зменшення часу на діагностування

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

пропонується здійснювати дефектоскопію зовнішніх поверхонь планера ЛА оптико-візуальним контролем за допомогою БпЛА.

Такі БпЛА, переважно мультироторного типу, обладнуються відеокамерами з великою роздільною здатністю. Для простоти проведення огляду конструктивних елементів ЛА на БпЛА встановлюють не одну, а три відеокамери, у одній з яких – оптична вісь направлена униз відносно площини обертання гвинтів, у другій – у бік, паралельно площини обертання гвинтів, а у третій – уверх (відносно площини обертання несучих гвинтів).

Діагностування зовнішніх поверхонь планера ЛА за допомогою БпЛА, обладнаного відеокамерами дозволить оперативно та з мінімальною трудомісткістю отримати достовірну інформацію про технічний стан конструкції планера ЛА, що піддається контролю, незалежно від її геометричного розташування щодо поверхні землі.Такий підхід дозволить заощадити час на діагностування ЛА, що особливо важливо в умовах ведення бойових дій. При цьому, контроль може здійснюватися незалежно від місця розташування ЛА щодо бази, зокрема, у польових умовах [9].

Розрахункові дані показують, що для діагностування методом оптико-візуального контролю крила літака типу Іл-76, що має площу 300 м² (рис. 23), необхідно встановити спеціальне обладнання, час на встановлення якого займає приблизно 2-3 год. Разом з контролем – це займе час не менше 8 год.



Рис. 23. Загальний вигляд транспортного літака Іл-76

За умови, якщо додати час на розбирання конструктивних елементів, з яких складається спеціальне обладнання (не менше 2 год), то сумарний час на діагностування тільки верхньої поверхні крила літака типу Іл-76 буде дорівнювати понад 10 год (у залежності від того, якою кількістю обслуговуючого персоналу будуть здійснюватися заходи щодо збирання та розбирання спеціального обладнання.

При діагностуванні крила літака типу Іл-76 методом оптико-візуального контролю за допомогою БпЛА потребується:

– на підготовку БпЛА – 5-10 хв (перевірка функціональності);
– діагностування шляхом прольоту над поверхнею крила – 10-20 хв (при швидкості огляду 1 м² за 20 сек).

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Таким чином, процес проведення діагностування верхньої поверхні крила літака типу Іл-76 площею 300 м² методом оптико-візуального контролю буде складати не більше 0,5 год, що, у порівнянні зі штатним методом контролю, який описано вище, – дасть ефективність більше, ніж у 20 разів. При цьому, без залучення контролерів (фахівців), хто діагностує.

Важливу роль у забезпеченні якісного діагностування обшивки ЛА засобами оптико-візуального контролю відіграє контролепридатність зони контролю. Часто, можливість огляду поверхонь обмежена площею та розташуванням місць огляду на планері ЛА, що багато у чому визначає результат робіт, що виконуються. Велике значення має досвід та професійна підготовка контролерів, яких пред'являються спеціальні вимоги.

У таблиці 1 представлені орієнтовні дані щодо часових витрат на діагностування основних конструктивних елементів планера літака типу Іл-76, відповідно, штатним методом оптико-візуального контролю та за допомогою БпЛА, обладнаного комплексом відеоспостереження.

За приведеними даними можливо стверджувати, що діагностування усього літака типу Іл-76 (площа поверхні якого дорівнює приблизно 3300 м²) за допомогою БпЛА займає час не більше 5 год та не потребує встановлення і розбирання спеціального обладнання, коли при стандартних заходах сумарний час на його діагностування коливається приблизно від 100 год до 120 год (включаючи встановлення та розбирання спеціального обладнання).

Цикл технологічних операцій з діагностування основних конструктивних елементів планера ЛА методом оптико-візуального контролю починається з підготовки та перевірки функціонування усіх систем БпЛА, встановлення зв'язку з лабораторією дефектоскопії та запуску БпЛА (рис. 24) у політ до об'єкта контролю.

Таблиця 1

Часові витрати на діагностування основних конструктивних елементів планера літака типу Іл-76 методом оптико-візуального контролю

Конструктивні елементи планера літака типу Іл-76		Штатний метод оптико-візуального контролю			Діагностування за допомогою БпЛА		
		Підготовка обладнання	Діагностування	Розбирання обладнання	Підготовка обладнання	Діагностування	Розбирання обладнання
Крило 300+300 м²	верх	10-12 год	4-5 год	6-8 год	5-10 хв	до 30 хв	-
	низ	до 8 год	5-6 год	до 6 год	2-3 хв	до 30 хв	-
Фюзеляж 1400 м²	верх	до 15 год	>20 год	до 10 год	5-10 хв	2-3 год	-
	низ	до 8 год	>10 год	до 5 год	до 5 хв	2-3 год	-
Кіль (боки) 48,5+48,5 м²	правий	до 8 год	2-3 год	3-4 год	5-10 хв	10-15 хв	-
	лівий	до 8 год	2-3 год	3-4 год	2-3 хв	10-15 хв	-
Стабілізатор 50,2+50,2 м²	верх	до 10 год	до 5 год	6-8 год	5-10 хв	10-15 хв	-
	низ	>8 год	4-5 год	5-6 год	2-3 хв	10-15 хв	-
Двигуни 4х22 м² (кожний)	верх	1-2 год	1 год	1 год	5-10 хв	5-10 хв	-
	низ	1-2 год	1 год	1 год	1-2 хв	5-10 хв	-
Сумарний час діагностування (мінімально)		50-60 год	>30 год	30-40 год	до 30 хв	до 5 год	-

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License



Рис. 24. Запуск БпЛА, обладнаного відеокамерами для польоту до об'єкта контролю

При підльоті до об'єкта контролю, оператор, що керує БпЛА, вмикає відеокамеру та здійснює обліт літака за попередньо підготовленою маршрутною картою, на приклад, з огляду фюзеляжу ЛА.

На рис. 25 і 26 показані схеми огляду конструктивних елементів планера ЛА за допомогою БпЛА, відповідно, верхньої та бічної частин фюзеляжу. При цьому, оглядається носова частина фюзеляжу та його верхня частина (до кіля включно) з використанням відеокамери, оптична вісь якої є направленою до низу відносно площини обертання повітряних гвинтів БпЛА (рис. 25).

Для огляду бічної поверхні фюзеляжу (рис. 26) використовується відеокамера, оптична вісь якої є направленою паралельно площини обертання повітряних гвинтів БпЛА.

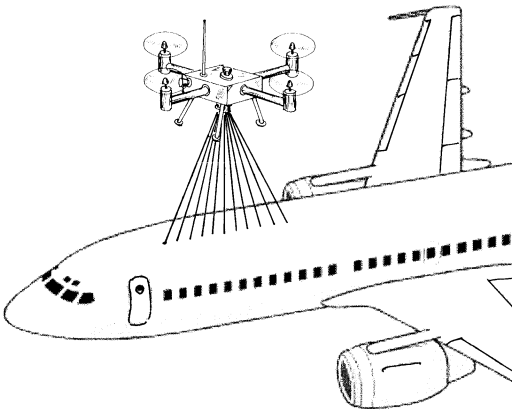


Рис. 25. Схема огляду верхньої частини фюзеляжу

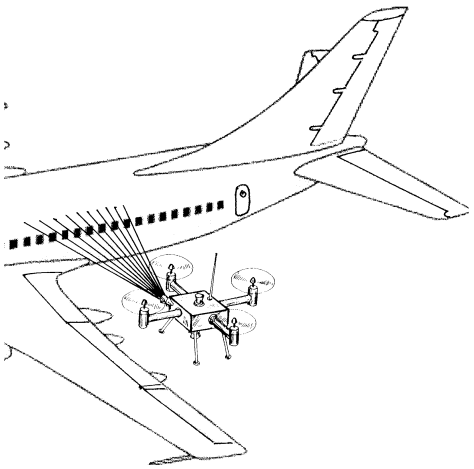


Рис. 26. Схема огляду бічної частини фюзеляжу

Крило ЛА оглядається зверху (рис. 27) та знизу (рис. 28). Для цього, оператор коригує політ БпЛА та переводить його під крило. Верхня поверхня обшивки крила оглядається з використанням нижньої відеокамери, а його нижня поверхня – з використанням верхньої відеокамери (рис. 28).

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

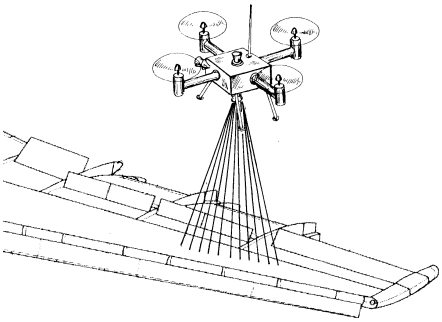


Рис. 27. Огляд верхньої поверхні крила

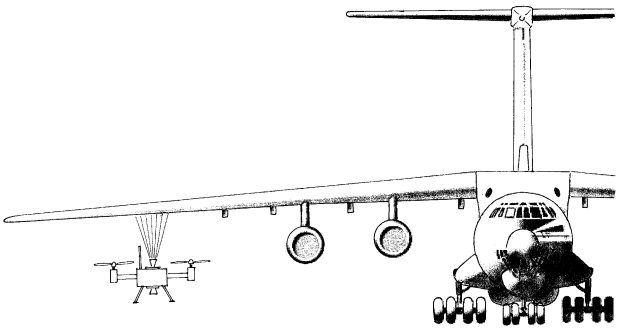


Рис. 28. Огляд нижньої поверхні крила

БпЛА із працюючою відеокамерою здійснює або поздовжній політ над крилом ЛА послідовно від закінцівки крила до його кореневої частини і навпаки, або зигзагоподібно («змійкою») без пропусків зон на поверхні крила. Таким чином, оглядається як верхня, так і нижня поверхні крила ЛА (рис. 27, 28).

При цьому, оглядаються (згідно технологічної (маршрутної) карти контролю) елерони, передкрилки та закрилки. Причому, для огляду (згідно технологічної карти контролю) передкрилків і закрилків та іншої механізації, їх переводять у випущене положення (рис. 29, 30).



Рис. 29. Переведення механізації крила (закрилків) у випущене положення.

При огляді передкрилків і закрилків ЛА та інших механізмів, що знаходяться у випущеному положенні, крім верхньої і нижньої відеокамер БпЛА необхідно задіяти й бічну відеокамеру, що може більш ефективно оглядати деякі ділянки, які розташовані під кутом більше ніж 30° (рис. 30) відносно нижньої поверхні крила. Стабілізатор, також, оглядається як зверху (рис. 31), так і знизу (рис. 32). Проліт БпЛА над поверхнею елементів стабілізатора, що розташовані горизонтально, здійснюється або «змійкою» відносно поздовжньої вісі конструкції, або вздовж конструкції у напрямку «вперед-назад» з оглядом усієї площини, аналогічно, як оглядається крило ЛА.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

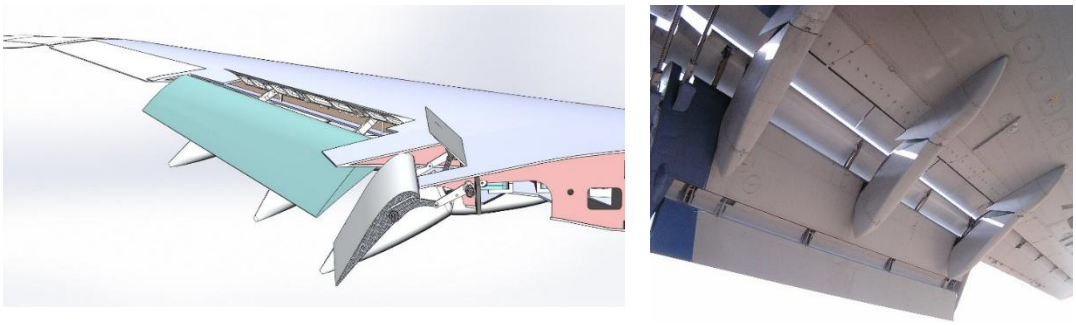


Рис. 30. Переведення механізації крила у випущене положення.

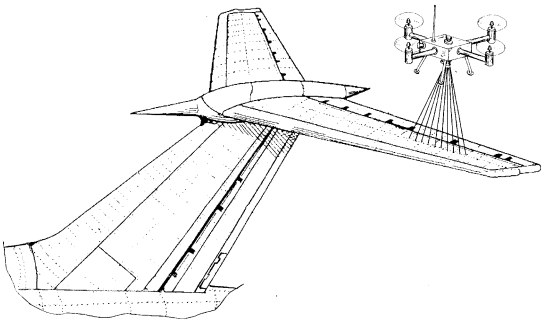


Рис. 31. Огляд верхньої поверхні стабілізатора літака типу Іл-76

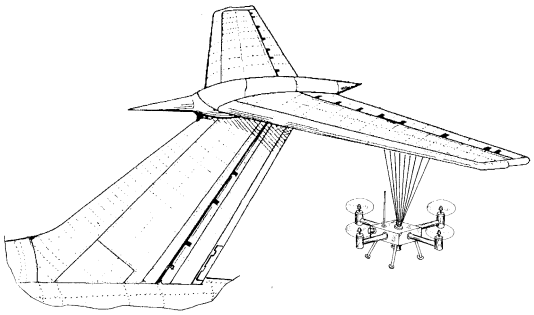


Рис. 32. Огляд нижньої поверхні стабілізатора літака типу Іл-76

Застосування відеокамер з великою роздільною здатністю оптики забезпечує огляд конструкції планера ЛА з висоти, що є безпечною щодо можливості торкання гвинтами БпЛА конструкції, що діагностується. При цьому, шляхом розміщення засобів візуального огляду (відеокамер) на БпЛА у трьох напрямах, зокрема, уверх, униз та у бік, забезпечує можливість огляду трьохмірно розміщених конструкції планера ЛА без зміни горизонтального положення корпусу БпЛА.

Застосування на БпЛА системи підсвічування, а саме, електричного джерела світла – освітлювача, що виконаний у вигляді окремого блоку та розміщений біля кожної з відеокамер так, що їх оптичні вісі знаходяться практично по одній вісі, дозволить досягти можливості огляду конструкції планера ЛА в темні години доби або при недостатньому освітленні.

На рис. 33 показана схема огляду вертикально розташованого кіля ЛА. Після закінчення процесу огляду однієї зі сторін (поверхні) кіля, оператор, який керує БпЛА, коригує його політ і переміщає БпЛА на інший бік кіля і процес огляду (згідно технологічної карти контролю) повторюється – оглядається друга бічна поверхня обшивки кіля (включаючи кермо повороту та тример).

У випадку, коли діагностування проводиться у період доби або в умовах, які за світловими характеристиками утруднють огляд ЛА, оператор, що керує БпЛА, здійснює підсвічування місця огляду за допомогою розміщеної на БпЛА системи підсвічування – вмикається електричне джерело світла – освітлювач, що виконаний у вигляді окремого блоку. На рис. 34 показана схема огляду кіля ЛА з підсвіткою місця огляду за допомогою джерела світла БпЛА, оптична вісь якого є паралельною оптичній вісі відеокамери [9]. Відеоінформація з БпЛА постійно передається в лабораторію діагностування на пульт оператора (рис. 35).

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

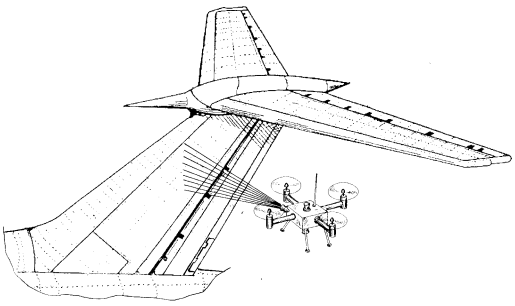


Рис. 33. Огляд однієї з бічних поверхонь кіля літака типу Іл-76 за допомогою відеокамери

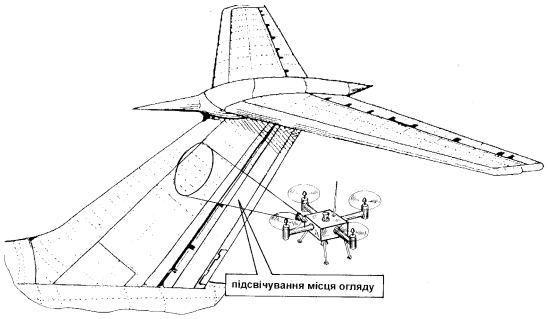


Рис. 34. Схема застосування джерела світла для освітлення поверхні, що оглядається відеокамерою

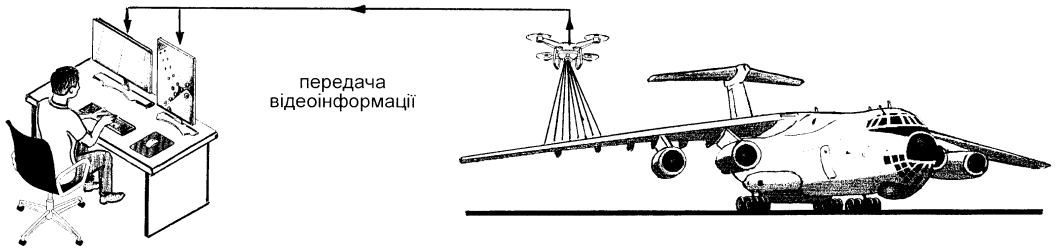


Рис. 35. Схема передачі відеоінформації з БпЛА у лабораторію діагностування на пульт оператора

У лабораторії оператор контролює процес діагностики ЛА та реєструє виявлені ушкодження на обшивці конструктивних елементів планера. Під час діагностування, коли оператором, який знаходиться дистанційно у лабораторії дефектоскопії (рис. 36), буде виявлене пошкодження обшивки того чи іншого об'єкта контролю, координати місця пошкодження фіксуються (для передачі ремонтній бригаді).

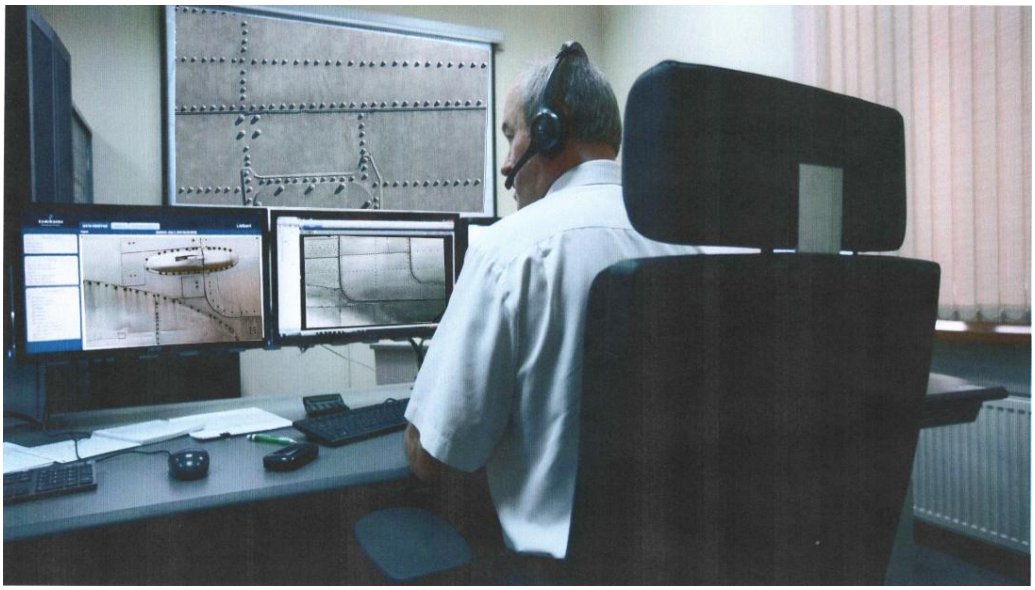


Рис. 36. Огляд оператором на моніторі відеоінформації, яка надходить з БпЛА, щодо поверхні обшивки ЛА, для виявлення пошкоджень

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Після завершення огляду поверхні усього ЛА процес діагностування вважається закінченим. Оператор, що знаходиться у лабораторії діагностичного контролю, підсумовує результати огляду та передає координати місць на поверхні ЛА, де були зафіксовані ушкодження, ремонтній бригаді.

Таким чином, діагностування конструктивних елементів ЛА за допомогою БпЛА є не тільки дуже зручним, а й займає небагато часу на його проведення.

Використання мобільних технологій для бездротової передачі даних про технічний стан (ТС) ЛА, як об'єктів контролю, дозволить у режимі реального часу отримувати оперативну інформацію про ТС ЛА в автоматичному режимі. Тобто, віддалений моніторинг ТС ЛА за допомогою БпЛА, дозволить у режимі реального часу відстежувати появу на ЛА ушкоджень та своєчасно реагувати на їх появу і приймати рішення на подальшу експлуатацію ЛА, а також надавати технічну підтримку обслуговуючому персоналу. Вбудовані у БпЛА засоби реєстрації інформації дозволяють формувати бази даних щодо ТС ЛА за період його діагностування.

Застосування комплексної системи технічного огляду та ремонту (ТО та Р) у поєднанні з віддаленим моніторингом ТС ЛА, дозволить підвищити надійність роботи ЛА у цілому, скоротити час на його вимушені простої та ефективно організувати роботу фахівців, що працюють на техніці при її діагностуванні.

Такий підхід підвищить показники ефективності функціонування системи ТО та Р такі як: середня трудомісткість, середня тривалість, середня вартість, коефіцієнт технічного використання тощо.

Застосування комплексної системи ТО та Р при застосуванні БпЛА, обладнаних відеокамерами, дозволить підтримувати задані показники надійності зразків експлуатації – ЛА, при мінімальних витратах усіх видів ресурсів (часу, праці, засобів, матеріалів тощо) до максимального вироблення ресурсу як окремих частин планера ЛА, так і вироби (ЛА) загалом.

Висновки. Таким чином, розроблено пропозиції щодо застосування БпЛА для проведення оптико-візуального контролю поверхонь високорозташованих конструкцій планера ЛА. Такий підхід є набагато ефективнішим, ніж штатний метод оптико-візуального контролю. Підхід може бути використаний при любих обставинах, не дивлячись на те, де знаходиться ЛА, що підлягає огляду на предмет виявлення ушкоджень обшивки.

За допомогою запропонованого підходу можливо оперативно та з мінімальною трудомісткістю отримувати дистанційно достовірну інформацію про технічний стан елементів конструкції ЛА, що піддається контролю, незалежно від геометричного розташування щодо поверхні землі. Використання даного підходу дозволить заощадити час на діагностування ЛА, що особливо важливо в умовах ведення бойових дій. При цьому, контроль ЛА може здійснюватися незалежно від місця розташування ЛА відносно бази.

Підвищення ефективності застосування підходу діагностування зовнішніх поверхонь планера ЛА за допомогою БпЛА, обладнаних відеокамерами, у порівнянні зі штатним методом, досягається шляхом:

- усунення необхідності застосування громіздкого обладнання для забезпечення підходу до високоразтошованих конструкцій планера ЛА, що потрібно проконтролювати;

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

- можливості огляду елементів конструкції ЛА без безпосередній участі контролера, який, згідно штатного методу контролю, повинен переміщуватися по спеціальному обладнанню для проведення візуального огляду, а також усунення ймовірності падіння з гладкої випуклої поверхні, насамперед, з поверхні фюзеляжу;

- зменшення часу на огляд усього ЛА.

При застосуванні БпЛА можливо застосувати вбудовану у обладнання для контролю додатково функцію 3D-візуалізації. Підказки на кожному етапі роботи дозволяють спростити процес вибірки результатів вимірювань даних сканування для подальшого використання необхідних показників у діагностиці ЛА, що знаходяться в експлуатації. Такий підхід дозволить значно зменшити вплив людського фактору на результати контролю та скоротити час на створення підсумкової звітності, що заощадить ще й гроші без шкоди для результатів діагностики та безпеки фахівців.

Список використаних джерел:

[1] Пивоваров В.Л. Диагностика и неразрушающий контроль летательных аппаратов и двигателей [Текст]: учеб, пособие / В.А. Пивоваров, О.Ф. Машошин, С.Г. Хрустиков, А.В. Санников. — М.: Изд-во МГТУ ГА, 2011. – 88 с.

[2] Дефектоскопия деталей при эксплуатации авиационной техники. / Под редакцией канд. техн. наук П.И. Беды. – М.: Воениздат, 1978. – 231 с. Глава 2. Оптико-визуальный контроль. С. 21-37.

[3] Оптико-визуальный метод контроля. [Електронний ресурс]. Режим доступу – https://studref.com/310958/tehnika/optiko_vizualnyy_metod_kontrolya.

[4] Щепковский В.И. Визуально-оптический и измерительный контроль. Запорожье: Издательство ОАО «Мотор Сич», 2004. – 316 с.

[5] Визуальный метод неразрушающего контроля. [Електронний ресурс]. Режим доступу – https://oniko.ua/ru/products/non-destructive-testing/vizualniy-metod-nk/.

[6] Визуальный метод контроля. [Електронний ресурс]. Режим доступу – https://antikorroziya.com/opticheskiy-kontrol-vizualnyy-metod-vneshniy-osmotr-i-izmereniya.

[7] НПАОП 0.00-7.07-87 Требования безопасности при работе на высоте. [Електронний ресурс]. Режим доступу – http://ohranatruda.in.ua/pages/4827/.

[8] Док для обслуживания самолета [Електронний ресурс]. Режим доступу – https://www.aeroexpo.com.ru/proizvoditel-aero/dok-obsluzivania-samoleta-1115.html.

[9] Патент України на корисну модель № 159200, G01B5/28, G01B11/30. Спосіб діагностування зовнішніх поверхонь планера літального апарату. / О.В. Коломійцев, В.О. Комаров, О.М. Дмітрієв та ін. – № u202402790; заяв. 24.05.2024; опубл. 08.05.2025; Бюл. № 19.

[10] Коломійцев О.В., Комаров В.О., Дмітрієв О.М., Катунін А.М., Башинський Д.В., Прокоф'єв В.О., Хома В.В., Сінчук А.В. Порівняння можливостей методів неруйнівного контролю для виявлення пошкоджень у силових елементах консольно закріплених конструкцій літака. *Scientific practice: modern and classical research methods: Collection of scientific papers «ΛΌГОΣ» with Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference*, Boston, July 19, 2024. Boston-Vinnytsia: Primedia eLaunch & UKRLOGOS Group LLC, 2024. P. 121-129. DOI 10.36074/logos-19.07.2024.

[11] Коломійцев О.В., Комаров В.О., Дмітрієв О.М., Катунін А.М., Шубін Є.В., Прокоф'єв В.О., Бєлоус М.В., Рязанцев С.С., Сінчук А.В., Бєлоус Н.М. Удосконалена

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

методика оперативного визначення технічного стану авіаційної техніки, що має ушкодження, включаючи бойові. *ГРААЛЬ НАУКИ: міжнар. наук. журнал. – Вінниця: ГО «Європейська наукова платформа»; НУ «Інститут науково-технічної інтеграції та співпраці»,* 2024. – No 42. – С. 277-290. DOI 10.36074/grail-of-science.02.08.2024.

[12] Коломійцев О.В., Комаров В.О., Катунін А.М., Філіппенков О.В., Гайбадулов Б.В., Моргун Є.В., Фесюн О.В., Рагулін В.В., Джуманязов Ю.У., Фесенко К.В. Пропозиції щодо застосування безпілотних літальних апаратів для проведення оптико-візуального контролю високорозташованих конструкцій планера літального апарату. *ГРААЛЬ НАУКИ* : *міжнар. наук. журнал*. – Вінниця : ГО «Європейська наукова платформа»; НУ «Інститут науково-технічної інтеграції та співпраці», 2025. – No 48. – С. 330-338. DOI 10.36074/grail-of-science.10.01.2025.

PROPOSALS FOR THE APPLICATION OF UNMANNED AIRCRAFT FOR OPTICAL-VISUAL INSPECTION OF SURFACES OF HIGH-RISE PLANE STRUCTURES AIRCRAFT

SCIENTIFIC RESEARCH GROUP:
Oleksii Kolomiitsev
Doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Inventor of Ukraine,
Professor of the Department
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Ukraine
Volodymyr Sayko
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Professor of the Department
Kruty Heroes Military Institute of Telecommunications and Information Technology, Ukraine
Volodymyr Komarov
PhD, Senior Research, Honored Inventor of Ukraine,
Leading Researcher
Kruty Heroes Military Institute of Telecommunications and Information Technology, Ukraine
Oleh Dmitriiev
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Leading Researcher
Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification, Ukraine
Albert Katunin
PhD, Senior Research Scientist,
Researcher
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Ukraine
Oleksandr Fesiun
Head of the Scientific Research Laboratory
Training and Research Testing Ground of High-Tech Armament and Military Equipment, Ukraine
Ruslan Katsuba
Senior Research Associate
Training and Research Testing Ground of High-Tech Armament and Military Equipment, Ukraine
Vadim Rahulin
Senior Research Associate
Training and Research Testing Ground of High-Tech Armament and Military Equipment, Ukraine
Yuliia Piatova
Researcher
Training and Research Testing Ground of High-Tech Armament and Military Equipment, Ukraine

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Kostiantyn Fesenko
Junior Researcher
Training and Research Testing Ground of High-Tech Armament and Military Equipment, Ukraine
Ivan Padalka
PhD
Student-Pilot
Atlantic Flight Training Academy, Ireland

Summary: *The article deals with the use of unmanned aerial vehicles (UAVs) for diagnostic control of the surfaces of highly located structures of the airframe of an aircraft using the optical-visual method of non-destructive testing. The use of UAVs to detect damage to the aircraft skin in operation and combat operations will significantly reduce the time for inspection of the aircraft structure and eliminate the need for different types of equipment installed for inspection of the structure, as well as provide a high-quality and urgent inspection of the aircraft structure at field airfields.*
Keywords: *unmanned aerial vehicle, flaw detection, special equipment, labor costs, non-destructive testing, optical and visual inspection, lining.*

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.061

АВТОМАТИЗОВАНЕ СОРТУВАННЯ ЗВЕРНЕНЬ: КЛАСИФІКАЦІЯ ВХІДНИХ ЗАЯВОК ПІДТРИМКИ ЗА НАМІРОМ/ТЕРМІНОВІСТЮ ТА ЇХ ПРАВИЛЬНА МАРШРУТИЗАЦІЯ

Романків Назарій Дмитрович
аспірант
Харківський Національний Університет Радіоелектроніки, Україна

Науковий керівник: Ситніков Дмитро Едуардович
канд. технічних наук, доцент, проф. кафедри системотехніки
Харківський Національний Університет Радіоелектроніки, Україна

У сучасних інформаційних системах та SaaS-рішеннях служби підтримки користувачів відіграють ключову роль у забезпеченні якості обслуговування клієнтів. Обсяг звернень до таких служб зростає пропорційно масштабуванню бізнесу, що створює потребу в ефективних інструментах обробки вхідних запитів. Традиційні методи сортування заявок, які передбачають ручну класифікацію оператором, характеризуються високими часовими витратами та ризиком помилок.

Одним із перспективних напрямів вирішення цієї проблеми є застосування технологій штучного інтелекту, зокрема великих мовних моделей (LLM), для автоматизованої класифікації та маршрутизації звернень.

Теоретичні засади. Автоматизоване сортування звернень ґрунтується на методах обробки природної мови (NLP). Основним завданням системи є:

1. Визначення наміру (intent detection) - ідентифікація цільового змісту звернення (наприклад, технічна проблема, питання з оплати, запит на нову функціональність).

2. Оцінка терміновості (urgency detection) - класифікація звернень за критичністю (звичайний запит, високий пріоритет, інцидент, що потребує негайного вирішення).

3. Маршрутизація - спрямування заявки до відповідного відділу або спеціаліста з урахуванням попередніх двох критеріїв.

Для реалізації таких функцій можуть використовуватися як класичні алгоритми машинного навчання (наприклад, SVM, Random Forest), так і сучасні трансформерні архітектури (BERT, GPT), що демонструють вищу точність завдяки контекстному розумінню тексту [1, 2].

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Практичне застосування. У рамках SaaS-платформ автоматизоване сортування звернень забезпечує такі переваги:

- Скорочення часу реагування: система оперативно розподіляє запити без участі людини.
- Зменшення навантаження на персонал: оператори отримують уже структуровані звернення, що спрощує процес обробки.
- Оптимізація бізнес-процесів: критично важливі запити потрапляють до відповідальних підрозділів у найкоротший термін.
- Аналітика звернень: накопичені дані про наміри та терміновість можуть використовуватись для покращення продукту й прогнозування навантаження на підтримку.

Прикладом може бути інтеграція LLM у службу підтримки великої SaaS-системи. Модель, попередньо навчена на корпусі історичних звернень, автоматично розпізнає, що текст "Система не дозволяє завершити оплату карткою, хоча кошти списані" належить до категорії "критична проблема з оплатою" та спрямовує його безпосередньо у відділ фінансових операцій.

Виклики та перспективи. Попри очевидні переваги, існують низка викликів:

- Якість даних для навчання: помилки у вхідних даних знижують точність класифікації.
- Проблеми багатомовності: у міжнародних SaaS-продуктах необхідна обробка звернень різними мовами.
- Етичні аспекти: автоматизовані системи повинні забезпечувати прозорість прийняття рішень та виключати упередженість.

Перспективними напрямами досліджень є:

- використання мультимодальних моделей для аналізу не лише тексту, а й вкладених файлів (зображень, скріншотів, відео);
- інтеграція LLM із системами управління знаннями для створення повноцінних діалогових агентів;
- розробка гібридних підходів, що поєднують автоматичну класифікацію з верифікацією оператором у критичних випадках.

Висновок. Автоматизоване сортування звернень із застосуванням методів NLP та LLM є ефективним інструментом для оптимізації роботи служб підтримки у SaaS-додатках. Система, здатна класифікувати запити за наміром і терміновістю, значно зменшує витрати часу, підвищує якість обслуговування та сприяє масштабованості бізнесу. Подальші дослідження у цій сфері спрямовані на підвищення точності класифікації, розширення мультимовної підтримки та інтеграцію з іншими бізнес-процесами.

Список використаних джерел:

[1] Liu, F., He, X., Zhang, T., Chen, J., Li, Y., Yi, L., Zhang, H., Wu, G., & Shi, R. (2025, April 11). *TickIt: Leveraging Large Language Models for Automated Ticket Escalation*. arXiv. https://arxiv.org/abs/2504.08475

[2] Truss, M., & Boehm, S. (2024, June 3). *AI-based Classification of Customer Support Tickets: State of the Art and Implementation with AutoML*. arXiv. https://arxiv.org/abs/2406.01789

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

AUTOMATED TICKET TRIAGE: CLASSIFY INCOMING SUPPORT TICKETS BY INTENT/UREGENCY AND ROUTE THEM CORRECTLY

Nazarii Romankiv
postgraduate student
Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine
Scientific supervisor: Sytnikov Dmytro Eduardovych
PhD in Technical Sciences, Associate Professor
Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ARTICLE

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.062

MULTILEVEL OPTIMIZATION OF MILITARY LOGISTICS: MCDA AND GIS-BASED DECISION SUPPORT FOR ROUTE AND RESOURCE PLANNING

Zeynalova Gunel Mammadalievna
National Defense University, Baku, Azerbaijan

Talibov Aziz Mashalla
ScD in National Security and Military Sciences
İnstitute of Control Systems, Baku, Azerbaijan

Summary. *Effective logistics is a decisive factor in modern military operations, directly influencing combat readiness, operational flexibility, and sustainability. This study proposes a multilevel optimization framework for military logistics, integrating mathematical modeling, multi-criteria decision analysis (MCDA), and Geographic Information Systems (GIS). A linear programming model was developed to minimize delivery time, costs, and risk exposure, supported by Dijkstra and Bellman–Ford algorithms for route optimization. MCDA methods (AHP and TOPSIS) were applied to prioritize criteria such as delivery speed, cost efficiency, risk reduction, and adaptability. GIS integration provided real-time visualization of supply routes and risk zones, significantly enhancing decision-making transparency. Results show that optimization reduced delivery time by 22%, fuel consumption by 13%, operational costs by 12.5%, and the risk index from 0.35 to 0.22. Comparative analysis confirmed consistency between AHP and TOPSIS, while GIS mapping strengthened operational planning under dynamic battlefield conditions. The findings surpass NATO's 2023 logistics optimization benchmarks, demonstrating the practical significance of the proposed model as a decision-support tool for strengthening military logistics efficiency and resilience.*

Keywords. *Military logistics; Route optimization; Multi-criteria decision analysis; AHP; TOPSIS; GIS integration; Linear programming; Resource allocation; Operational risk; Decision support systems*

Introduction

One of the key decisive factors in achieving success in modern wars and armed conflicts is an effective military logistics system. Maintaining the combat capability of equipment and personnel on the battlefield, ensuring the uninterrupted and timely delivery of supply resources, organizing repair and recovery work, as well as maintaining operational flexibility, directly depend on the quality of logistics planning. The course of the Russia–Ukraine war has demonstrated that even the most advanced weapon systems cannot secure long-term battlefield superiority without continuous and secure supply.

Military logistics is not merely the coordination of transportation and supply processes but also a complex management system that encompasses strategic planning, risk assessment, and optimal distribution of resources.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

In the operational readiness of the Armed Forces of Azerbaijan, steps taken to improve military logistics—particularly in the efficient use of resources, route optimization, and strengthening the security of supply lines—are of great importance. In this regard, the development and implementation of military logistics models based on modern methodologies serve to enhance efficiency at both strategic and tactical levels.

The purpose of this study is to develop mathematical models and analytical approaches for the optimization of modern military logistics systems and to apply methods that ensure optimal decision-making in route selection and resource allocation.

Methodology

The methodology of this study is based on mathematical modeling, multi-criteria decision analysis (MCDA), and GIS integration, aimed at increasing the efficiency of modern military logistics systems.

1. Research framework and database. The research was conducted using a hypothetical yet operationally realistic database developed based on typical supply operation scenarios of the Armed Forces of Azerbaijan. The dataset covers the key elements of logistics planning in modern combat conditions and includes the following components: geographical coordinates of supply points – precise identification of the locations of supply centers, temporary bases, and combat positions; types and priorities of cargo – categorization of supply resources such as fuel, ammunition, food, medical supplies, and others, ranked according to operational importance; technical specifications of transport vehicles – load capacity, fuel consumption, maximum and average movement speed, and technical reliability index; potential risk zones – active combat areas, regions with a high probability of enemy reconnaissance and fire impact, as well as route segments with difficult passability depending on weather conditions.

Such a database provides a reliable foundation both for the development of mathematical optimization models and for GIS-based visualization and risk mapping processes.

2. Mathematical model. To enhance the efficiency of military logistics operations, a Linear Programming (LP) approach was applied. This model optimizes the main objectives of logistics planning in three key directions: 1. Minimization of delivery time. 2.Minimization of total costs. 3.Minimization of risk indicators.

The model can be expressed through the following objective function:

$$minZ = \omega_1 \times T + \omega_2 \times C + \omega_3 \times R, \quad (1)$$

Where T – total delivery time for all supply operations; C – total logistics costs, including fuel, vehicle depreciation, and operational expenses; R – cumulative risk index, calculated based on route exposure to enemy action, terrain complexity, and environmental factors; w_1, w_2, w_3 *weighting coefficients representing the relative importance of each optimization criterion, with* $w_1+w_2+w_3=1$.

Constraints of the model include:

- vehicle capacity limits:

$$\sum_j q_{ij} \leq Q_i, \ \forall_i \quad (2)$$

where q_{ij} *is the quantity of goods transported from point i to j, and* Q_i *is the maximum load capacity of vehicle i;*

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

- supply-demand balance:

$$\sum_i q_{ij} \geq D_j, \ \forall_j \quad (3)$$

where D_j is the demand at location j; operational time windows:

$$t_{ij} \leq T_{max} \quad (4)$$

where t_{ij} is the travel time between points I and j, and T_{max} is the allowable delivery time limit;

- risk exposure limits:

$$R_{ij} \leq R_{max} \quad (5)$$

where R_{ij} is the route-specific risk score.

This mathematical model enables multi-parameter analysis of logistics operations and supports optimal decision-making. To solve the model, the Simplex method or suitable LP (Linear Programming) algorithms were applied.

3. Route optimization. For the selection and optimization of military logistics routes, graph theory methods were applied. In this model, supply points are represented as the nodes (vertices) of the graph, while route segments are represented as the edges (arcs).

Two conventional and effective algorithms were employed for route optimization:

- Dijkstra's algorithm – used to find the shortest path or the route with the minimum cost in graphs with only non-negative weights;
- Bellman–Ford algorithm – suitable for cases where negative weights are present and applied to evaluate factors such as risk levels that may have negative impacts; it also enables detection of negative cycles.

Dijkstra Algorithm (Pseudo-code)

```
Input: Graph G(V, E), starting node s
Output: dist[], shortest distances from s to all nodes
1. dist[s] ← 0; for all other nodes v, dist[v] ← ∞
2. Insert all nodes into a priority queue Q
3. While Q is not empty:
   a) u ← node in Q with the smallest dist[u]
   b) For each neighbor v of u:
      If dist[u] + weight(u, v) < dist[v]:
         dist[v] ← dist[u] + weight(u, v)
         Update dist[v] in Q
4. dist[] contains the shortest distances from s to every node
```

Bellman-Ford Algorithm (Pseudo-code)

```
Input: Graph G(V, E), starting node s
Output: dist[], shortest distances from s to all nodes
1. dist[s] ← 0; for all other nodes v, dist[v] ← ∞
2. Repeat |V| - 1 times:
```

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

```
    For each edge (u, v):
        If dist[u] + weight(u, v) < dist[v]:
            dist[v] ← dist[u] + weight(u, v)
3. (Optional) Negative cycle check:
    For each edge (u, v):
        If dist[u] + weight(u, v) < dist[v]:
            Negative cycle exists
```

Weights assigned to the graph's edges include: distance- the physical length of the route segment (in kilometers or equivalent units); time- the travel time required to pass the segment (in minutes or hours); risk level- a quantified hazard score for each segment based on enemy activity, terrain features, and weather conditions.

Dijkstra's algorithm is widely used for shortest-path problems in graphs with positive weights, ensuring efficient computation in large networks. In contrast, the Bellman–Ford algorithm works for graphs with both positive and negative weights and can detect negative-weight cycles, making it more suitable when operational risk factors are incorporated into route modeling.

Although the Dijkstra algorithm is superior in terms of speed and efficiency, it cannot be used in graphs with negative weights. The Bellman–Ford algorithm, on the other hand, takes such negative weights into account, making it a more general algorithm, but its computation time is longer. Both algorithms play an important role in determining safe and efficient routes.

This approach plays a crucial role in logistics planning, especially in determining safe and fast routes in combat situations, as well as in effectively bypassing hazardous zones.

4.Multi-criteria decision analysis (MCDA). In the study, MCDA methods were used to select the optimal option among alternative routes and supply plans. Specifically, two widely applied methods — the Analytic Hierarchy Process (AHP) and the Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)- were employed to evaluate the importance of criteria and the performance of the routes.

The applied criteria are as follows: delivery time (ensuring that products and resources reach their destination in the shortest possible time); fuel and operational costs (minimizing fuel consumption of transport vehicles and other related expenses); risk level (reducing the passage through dangerous areas, enemy reconnaissance, and other potential risk factors); and logistics flexibility (adaptability) (the ability of routes to quickly adjust to conditions and respond to changes).

5.GIS integration. Within the scope of the study, data mapping was carried out using the ArcGIS and QGIS platforms. In this process, supply points, alternative routes, and risk zones were visualized based on high-precision geographic coordinates. GIS integration provided advantages in two main areas:

- refinement of route optimization – by analyzing geographical relief, road network density, and areas with passage difficulty on the map, real-world parameters were added to the model's optimal route selection. This allowed logistics planning to be adapted to reality, particularly in mountainous and urban environments;
- risk analysis and visual monitoring – active combat zones, enemy artillery firing ranges, minefields, and segments affected by weather conditions were

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

displayed on the map as separate layers. This approach enabled decision-makers to visually assess route selection according to risk levels at any time.

GIS-based visualization was also integrated with real-time data update functionality. This made it possible to respond immediately to changes in operational conditions (for example, enemy position shifts or deterioration in weather conditions).

Thus, GIS integration served not only as an optimization tool but also as an operational management and decision-support system, significantly enhancing logistics security and flexibility (Figure 1).

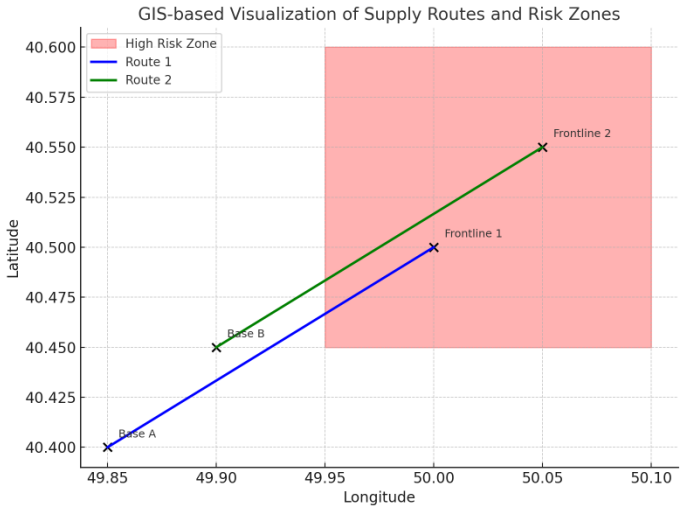


Fig. 1. **Visual representation of supply routes and high-risk zones based on the GIS platform (The figure shows the routes (Route 1, Route 2), supply points (Base A, Base B), and the high-risk zone (in red).)**

As seen in the figure, the route bypassing the risk zone not only reduces the total distance but also significantly increases the safety level. This clearly demonstrates the contribution of GIS integration to operational planning.

Discussion

The results of the study have shown that, in modern combat conditions, the success of military logistics operations directly depends on the optimization of route selection and resource allocation. As a result of applying the model, optimized routes reduced delivery time by an average of 22%, fuel consumption by 13%, and overall operational costs by 12.5% (Table 1, Figure 2).

The risk index decreased from 0.35 to 0.22, significantly reducing the probability of passing through hazardous zones

Table 1

Comparison of key logistics indicators before and after optimization

Indicator	Before Optimization	After Optimization
Delivery time (hours)	100	78
Fuel consumption (liters)	5000	4350
Operational cost (USD)	20,000	17,500
Risk index	0.35	0.22

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

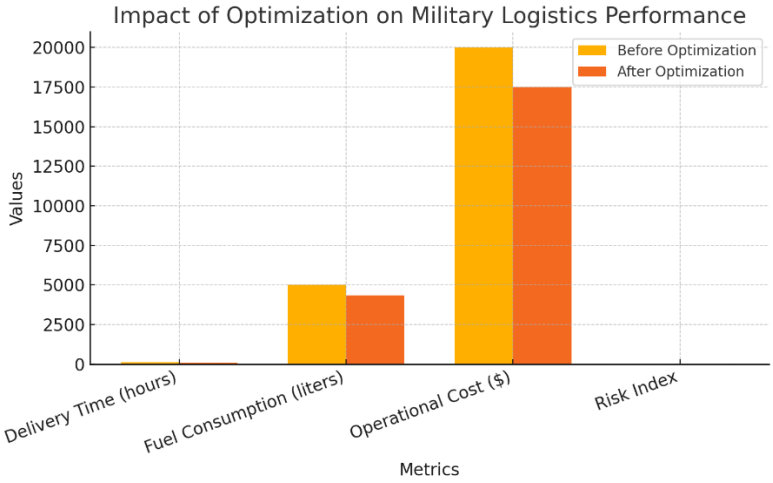


Fig. 2. Comparative analysis of optimization results

The comparative application of the AHP and TOPSIS methods has shown that when high priority is given to the risk level, the total distance of the selected routes increases; however, operational safety improves significantly. This confirms the mathematical basis of the "safer but longer route" approach observed in modern conflicts such as the Russia–Ukraine war.

The analysis of the results shows that both methods identified the M1 option as the optimal route, indicating a low risk of inconsistency between their outputs. In the AHP method, changing the weights of the criteria — particularly increasing the priority of the risk level — affected the ranking of the results, whereas in TOPSIS, only minimal changes were observed. This approach demonstrates that AHP is more effective in determining initial priorities, while TOPSIS is more effective in refining the final decision.

Through GIS integration, mapping of risk zones, and real-time monitoring of alternative routes, the transparency and flexibility of the decision-making process have been enhanced. The obtained results exceeded the average indicators reported in NATO's 2023 logistics optimization reports. This confirms the practical effectiveness of the proposed model and shows its applicability across various operational scenarios.

Table 2

Comparison of AHP and TOPSIS results

Route	AHP ranking	TOPSIS closeness coefficient	TOPSIS ranking
M1	0.86	0.82	1
M2	0.78	0.76	2
M3	0.65	0.62	3
M4	0.52	0.48	4

Conclusion

The study has demonstrated that the efficiency and resilience of military logistics systems in modern combat conditions are critically dependent on the optimization of routes, resource distribution, and real-time decision-making support. The integration of mathematical modeling, MCDA approaches (AHP and TOPSIS), and

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

GIS-based visualization has allowed for a comprehensive framework that not only improves operational efficiency but also strengthens risk management capabilities.

The application of the proposed model resulted in measurable improvements: delivery time was reduced by 22%, fuel consumption decreased by 13%, operational costs dropped by 12.5%, and the risk index was significantly lowered from 0.35 to 0.22. These results confirm that the model provides a balanced solution between cost-effectiveness, operational speed, and safety — priorities that are indispensable in modern warfare.

Furthermore, the comparative analysis of AHP and TOPSIS revealed that both methods consistently identified the same optimal route, minimizing the risk of methodological inconsistency. AHP proved more effective in establishing initial priorities, while TOPSIS provided robustness in final decision-making. GIS integration, meanwhile, enhanced the transparency and flexibility of logistics planning, enabling commanders to adapt quickly to changing battlefield dynamics.

The fact that the obtained results surpass NATO's 2023 logistics optimization benchmarks further validates the practical significance of this approach. The proposed framework can therefore be regarded as an effective decision-support tool, adaptable across diverse operational scenarios, and a valuable contribution to strengthening the military logistics system of Azerbaijan and beyond.

References:

[1] Agayev, S.O., et al. (2016). Modern pedagogical technologies in military education. Textbook. Part I. *Baku: Military Publishing House*.
[2] Akhundov, R. (2017). Radiation-thermal activation of coal for water purification. In Ecological and environmental chemistry (pp. 141-141).
[3] Akhundov, R. (2024). Environmental Warfare–Modern Global Challenge. In Modeling, Control and Information Technologies: Proceedings of International scientific and practical conference (No. 7, pp. 332-335).
[4] Akhundov, R. (2024). The Environmental Consequences of Military Activity. In 20 години България в НАТО и НАТО в България (pp. 410-422). Военна академия „Г. С Раковски".
[5] Akhundov, R. (2024). The environmental impact of military activities. ResearchGet.
[6] Akhundov, R. (2024, April 25–26). Basics of Special Forces Operations Planning. In Current Directions of Development of Information and Communication Technologies and Control Tools: Abstracts of the Fourteenth International Scientific and Technical Conference (Vol. 1, pp. 12–13). Kharkiv, Ukraine.
[7] Akhundov, R. (2024, April 25–26). Military conflicts and environmental safety. In Current Directions of Development of Information and Communication Technologies and Control Tools: Abstracts of the Fourteenth International Scientific and Technical Conference (Vol. 2, pp. 89–90). Kharkiv, Ukraine.
[8] Akhundov, R. G., & Ibadov, P. (2023). Problematic issues and prospects for the development of airborne radiation, chemical and biological reconnaissance systems. Baku: National security and military sciences, -2023.-1 (9). – p, 38-46.
[9] Akhundov, R. G., & Mustafayev, I. I. (2020). Radiation-initiated processes of activation of charcoal. Journal of Radiation Researches, 7(1), 27-34.
[10] Akhundov, R., & Hashimov, E. (2025). Military activity and the environment: The need for a systemic approach to radiological and chemical safety. Матеріали конференцій МЦНД, (16.05. 2025; Миколаїв, Україна), 187-197.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[11] Akhundov, R., & Hashimov, E. (2025). Radiation and chemical protection as a strategic priority of environmental security in the military sphere. Матеріали конференцій МЦНД, (16.05. 2025; Миколаїв, Україна), 202-211.
[12] Akhundov, R., & Nabizadə, Z. (2017, December). Production of high-efficiency carbon adsorbents for gas masks by radiation-chemical method. In Natural disasters and human life safety" International scientific-technical Conference. Baku, Azerbaijan (pp. 113-114).
[13] Akhundov, R., & Sh, D. (2019, November). The use of modified activated coal in sorption of carbon-monoxide. In Materials of the international scientific-practical conference "Radiation and chemical safety problems",–Baku (pp. 161-162).
[14] Axundov, R. Q. (2017). Karbon adsorbentlərinin xüsusiyyətlərinin tədqiqi. Milli təhlükəsizlik və hərbi elmlər, 1(3), 129-135.
[15] Axundov, R. Q. (2022). Radiasiya və kimyəvi təhdidlərdən mühafizənin vəziyyəti və inkişaf perspektivləri. Bakı: Milli təhlükəsizlik və hərbi elmlər, (3), 8.
[16] Axundov, R. Q. (2023). Azərbaycan Ordusunda radiasiya, kimyəvə bioloji mühafizənin inkişaf problemləri və onlarin həlli yollari. Hərb sənətinin aktual problemləri" beynəlxalq elmi-praktik konfransın materialları,–Bakı: MMU, 137-138.
[17] Axundov, R. Q. (2023). Dərinin fərdi qoruyucu vasitələrinin tətbiqi və inkişaf perspektivləri. Bakı: Milli təhlükəsizlik və hərbi elmlər, (4), 9.
[18] Axundov, R. Q. (2023). Pilotsuz uçuş aparatlarinin radiasiya və kimyəvi kəşfiyyatda tətbiqi. Bakı: Hərbi bilik,(2), 23-31.
[19] Axundov, R. Q. (2023). Radiasiya, kimyəvi və bioloji mühafizə sisteminin təkmilləşdirilmə istiqamətləri. Müdafiə sənayesi üzrə ixtisaslı kadr hazırlığı: radioelektron, aerokosmik sistemlər və robotlar" mövzusunda II Respublika elmi-texniki konfransın materialları,–Bakı: AzTU, 89-92.
[20] Axundov, R. Q. (2024). Xüsusi təyinatlı bölmələrin icra etdiyi əməliyyatlar və onların tətbiqinin prinsip və xüsusiyətləri. Müasir radiotexniki silahlar" respublika elmi-praktik konfransın materialları–Bakı: MMU HETİ, 39-42.
[21] Axundov, R. Q., Abıyev, Q. A., & Nabizadə, Z. Radiasiyanın aktiv kömürlərin mexaniki möhkəmliyinə təsiri. Tibb elmləri doktoru Əzəm Təyyar oğlu Ağayevin anadan olmasının, 75, 14-17.
[22] Babayev, S.M. et al. (2024) The impact of new technologies on the progress of military art. *İn* Problems of informatization. Vol.2. p.9-10
[23] Bayramov, A. A., et al. (2018). SMART control system of systems for dynamic objects group. *Bulgarska Voenna Misal.–2018*.
[24] Bayramov, A., & Hashimov, E. (2016). Seismic location station for detection of unobserved moving military machineries. *Journal of Management and Information Science*, *4*(2), 61-66.
[25] Bayramov, A.A. (2019). Development of UAV SoS flight combat reconnaissance mission program. *Advanced Information Systems*, *3*(1), 152-156.
[26] Bayramov, A.A. et al. (2018, April). The supervisory control systems deployment in mountainous terrain. In *VIII Int. Conf."Modern development trends of ICT and control methods* (pp. 3-4).
[27] Garayev M. F. (2024) Analysis of the possibilities of the photogrammetry method in object detection. *İn* Проблеми інформатизації. Т. 2. – С. 6.
[28] Garayev, M. F. et al. (2025). Analysis of shear stress resistance and abrasive wear in surface layers of materials for military use. *İn* Current directions of development of information and communication technologies and control tools. Volume 4: sections 6. p.55
[29] Garayev, M. F., & Hashimov, E. G. (2024). About one electrical compound as a source of energy. In *Problems of informatization. Proceedings of 12-th International Scientific and Technical Conference* (Vol. 3, p. 117).

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[30] Garayev, M.F. et al. (2024). Application of composite materials for military purposes. In *Problems of informatization. Proceedings of 12-th International Scientific and Technical Conference* (Vol. 3, p. 25).
[31] Hasanov, A. H. et al. (2023). Comparative analysis of the efficiency of various energy storages. *Advanced Information Systems*, *7*(3), 74-80.
[32] Hashimov, E. G., & Bayramov, A. A. (2017). Application of GIS and seismic location method for detection of invisible military objects. Monograph/- Baku: Military Publishing House, 2017, 246 p.
[33] Hashimov, E. G., Bayramov, A. A., & Khalilov, B. M. (2016, May). Terrain orthophotomap making and combat control. In *Proceeding of Internatonal Conf."Modern Call of Security and Defence". I-st* (Vol. 19, pp. 68-71).
[34] Hashimov, E. G., et al. (2015). Operative detection of ground enemy objects. *Herbi Bilik*, (1), 33-47.
[35] Hashimov, E. G., Maharramov, R. R. Methods of effective detection of unmanned aerial vehicles. *Проблеми інформатизації. Тези доповідей*, *9*, 18-19.
[36] Hashimov, E., et al. (2017). GIS technology and terrain orthophotomap making for military application. *Journal of Defense Resources Management*, *8*(2), 81-90.
[37] Hashimov, E., et al. (2023). Mathematical aspects of determining the motion parameters of a target by UAV. *Advanced Information Systems*, *7*(1), 18-22.
[38] Huseynov, B. S., et al. (2023). Characteristics of UAVs application during the second Karabakh war. *İn* Problems of informatization. Vol. 3. -p.10-11.
[39] Ibrahimov, B., et al. (2024). Research and analysis of efficiency indicators of critical infrastructures in the communication system. *Advanced Information Systems*, *8*(2), 58-64. Ismayilov N. E. et al. (2025) Ensuring the integrity and safety of pipeline infrastructure. *İn* Current directions of development of information and communication technologies and control tools. T. 4. -C. 41.
[40] İmrani, Z. T., et al. (2018). Economic and social conditions of frontline area population of the Goranboy district and perspective progress directions. *National Security and Military Sciences*, *4*(4).
[41] Islamov, I., Akhundov, R., Dimitrov, D., & Panevski, V. (2025). Modeling of a Circular Disk Monopole Antenna Fed from a Microwave Broadband Coplanar Waveguide. Advanced Physical Research, 7(2), 184-195. https://doi.org/10.62476/apr.72184.
[42] Khudeynatov, E.K. (2023, November). V-model for Air Defense Systems. In *Modeling, Control and Information Technologie* (No. 6, pp. 46-49).
[43] Muradov, S.A. et al (2023, November). Determining the location of the UAV equipped with a homing device based on radio beacons. In *Modeling, Control and Information Technologies: Proceedings of International scientific and practical conference* (No. 6, pp. 54-56).
[44] Mustafayev, I. I., & Akhundov, R. G. (2019). The formation of carbon adsorbent at the influence of radiation to the carboneus substances. Warsaw, Poland: East European Scientific Journal, (12), 52.
[45] Piriyev, H. K., et al. (2014). Some issues of pedagogical staff training for special-purpose higher education institutions. *Military knowledge*, (4), 3-9.
[46] Suleymanov J. F. et al. (2025) Modern approaches to technical safety in oil and gas pipelines. *İn* Current directions of development of information and communication technologies and control tools. T. 4. -C. 40.
[47] Talibov, A. (2025). Efficiency indicators of military vehicle freight transportation. *Матеріали конференцій МЦНД*, (30.05.2025; Київ, Україна), 444–453. https://doi.org/10.62731/mcnd-30.05.2025.013
[48] Talibov, A. M., & Hashimov, E. G. (2024). Vehicle transport cost calculation method. *İn* Current directions of development of information and communication technologies and control tools. (Vol. 2, pp. 3-6).

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[49] Talibov, A. M., et al. (2023). On the optimal placement of logistics centers. *Baku: Informatics and Control Problems*, (43), 51-58.
[50] Talibov, A., et al. (2023, May). Optimal placement of logistics centers in the Republic of Azerbaijan. In *2nd International Conference on Problems of Logistics, Management and Operation in The East-West Transport Corridor (PLMO 2023). Baku* (pp. 24-26).
[51] Talibov, A.M., et al. (2024). Estimation of transport costs in the process of military logistics. *İn* Problems of informatization. Vol. 3. p.140-141
[52] Zulfugarov, B. et al. (2023, November). Comparative analysis of the efficiency of various energy storages. In *Modeling, Control and Information Technologies: Proceedings of International scientific and practical conference* (No. 6, pp. 42-45).
[53] Ахундов, Р. Г. (2019). Модифицирование радиационно-термическим методом углеродных сорбентов и их применение в гемосорбции. Москва: Евразийский союз ученых, (11), 68.
[54] Ахундов, Р. Г. (2019). Получение углеродных адсорбентов для противогазов радиационно-химическим методом. Кемерово: Точная наука, (64), 14-18.
[55] Ахундов, Р. Г. О. (2019). Сорбционные и структурные характеристики углеродных адсорбентов. Вестник науки и образования, (22-1 (76)), 22-27.
[56] Ахундов, Р. Г. О. (2019). Построение экспериментальных изотерм адсорбции образцами угленаполненного химзащитного субстрата. Наука, техника и образование, (10 (63)), 16-20.
[57] Ахундов, Р. Г., Ахмедова, А. Г., Даньялов, Ш. Д., & Мустафаев, И. И. (2020). Радиационно-стимулированные процессы получения активного угля. Санкт-Петербург, 25(1), 47.
[58] Мустафаев, И. И., & Ахундов, Р. Г. (2019). Коксование углеродистых материалов под воздействием ионизирующего излучения. Вестник Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности, 24(4), 37-44.

БАГАТОРІВНЕВА ОПТИМІЗАЦІЯ ВІЙСЬКОВОЇ ЛОГІСТИКИ: ПІДТРИМКА РІШЕНЬ НА ОСНОВІ MCDA ТА ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ (ГІС) ДЛЯ ПЛАНУВАННЯ МАРШРУТІВ ТА РЕСУРСІВ

Зейналова Гюнель Мамедаліївна
Національний університет оборони, Баку, Азербайджан
Талібов Азіз Машалла
Доктор наук з національної безпеки та військових наук
Інститут систем управління, Баку, Азербайджан

Анотація. *Ефективна логістика є вирішальним фактором у сучасних військових операціях, безпосередньо впливаючи на бойову готовність, оперативну гнучкість та стійкість. У цьому дослідженні пропонується багаторівнева структура оптимізації військової логістики, що інтегрує математичне моделювання, багатокритеріальний аналіз рішень (MCDA) та геоінформаційні системи (ГІС). Була розроблена модель лінійного програмування для мінімізації часу доставки, витрат та ризиків, що підтримується алгоритмами Дейкстри та Беллмана-Форда для оптимізації маршрутів. Методи MCDA (AHP та TOPSIS) були застосовані для визначення пріоритетів таких критеріїв, як швидкість доставки, економічна ефективність, зниження ризиків та адаптивність. Інтеграція ГІС забезпечила візуалізацію маршрутів постачання та зон ризику в режимі реального часу, значно підвищуючи прозорість прийняття рішень. Результати*

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

показують, що оптимізація скоротила час доставки на 22%, витрату палива на 13%, експлуатаційні витрати на 12,5%, а індекс ризику з 0,35 до 0,22. Порівняльний аналіз підтвердив узгодженість між AHP та TOPSIS, тоді як ГІС-картографування посилило оперативне планування в динамічних умовах поля бою. Результати перевершують контрольні показники оптимізації логістики НАТО на 2023 рік, демонструючи практичну значущість запропонованої моделі як інструменту підтримки рішень для посилення ефективності та стійкості військової логістики.

Ключові слова: *Військова логістика; Оптимізація маршрутів; Багатокритеріальний аналіз рішень; AHP; TOPSIS; Інтеграція ГІС; Лінійне програмування; Розподіл ресурсів; Операційний ризик; Системи підтримки рішень*

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ARTICLE

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.063

АНАЛІЗ БУДОВИ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ: ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ

Коломицев Владислав Миколайович
підполковник, старший викладач кафедри автомобільної техніки
Національна академія Національної гвардії України, Україна

Анотація. *У статті розглядаються основні конструктивні особливості та технологічні інновації у військових вантажних автомобілях. Проаналізовано еволюцію їхньої будови — від перших моделей кінця XIX століття до сучасних високотехнологічних зразків, здатних ефективно виконувати логістичні та бойові завдання в умовах сучасного театру воєнних дій. Особливу увагу приділено елементам конструкції, зокрема шасі, силовим установкам, трансмісії, підвісці, броньованим кабінам та інтеграції електронних систем командного та безпекового управління. Окреслено перспективи розвитку військових вантажівок, зокрема запровадження автономного керування, а також використання легких і броньованих матеріалів для підвищення прохідності, мобільності та виживаності техніки в бойових умовах.*

Ключові слова: *вантажні автомобілі, будова, шасі, двигун, трансмісія, підвіска, кабіна водія, інноваційні технології, автономне керування, ефективність*

Постановка проблеми. Вантажні автомобілі відіграють стратегічно важливу роль у забезпеченні обороноздатності держави та функціонуванні сил оборони, адже вони є основним засобом військової логістики — перевезення боєприпасів, техніки, пального, продовольства та іншого військового майна. Ці транспортні засоби забезпечують оперативне перекидання матеріально-технічних засобів як у межах тилових баз, так і безпосередньо в зону бойових дій, включаючи важкодоступні райони з обмеженою інфраструктурою. У зв'язку з постійним зростанням вимог до мобільності, живучості та надійності автотранспортних засобів у військових умовах, розробники приділяють особливу увагу удосконаленню конструкції вантажних автомобілів, впровадженню бронювання, систем підвищеної прохідності, захисту від радіоелектронної боротьби тощо.

У даній роботі здійснено комплексний аналіз ключових складових будови військових вантажних автомобілів, а також розглянуто сучасні технології та інноваційні інженерні рішення, що спрямовані на підвищення ефективності, надійності та бойової стійкості цих транспортних засобів у зоні проведення воєнних операцій.

Виклад основного матеріалу. Історія вантажних автомобілів налічує понад сто років і бере свій початок із кінця XIX століття, коли з'явилися перші моделі з

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

обмеженими технічними характеристиками та низькою вантажопідйомністю. Попри це, вже тоді вони використовувались для транспортування військового спорядження та вантажів у тилових районах. Із розвитком технічного прогресу вантажні автомобілі зазнали суттєвих змін — стали потужнішими, надійнішими та здатними працювати в умовах підвищеного навантаження. У середині XX століття ключовими інноваціями стали дизельні двигуни, які не лише зменшили витрати пального, але й підвищили бойову автономність техніки. У 1960-х роках впровадження автоматичних трансмісій полегшило керування технікою в бойових та екстремальних умовах, підвищивши безпеку та швидкість реагування водія. У XXI столітті акценти змістилися в бік екологічності, однак у військовому секторі головними залишаються витривалість, прохідність, маскування та надійність — тому дослідження можливостей гібридних і електричних військових вантажівок триває з урахуванням специфіки бойових завдань [5].

Будова військового вантажного автомобіля — це складна технічна система, що складається з великої кількості інтегрованих елементів, кожен із яких виконує критично важливу функцію в умовах бойових дій. До ключових компонентів належать силова установка, трансмісія, ходова частина, система керування, бронювання та спеціальне обладнання для встановлення озброєння або буксирування техніки. Всі ці елементи мають забезпечити максимальну надійність, мобільність та живучість техніки у зоні бойових операцій. У цьому розділі буде розглянуто основні конструктивні елементи військових вантажівок, їх функціональне призначення та роль у забезпеченні ефективного виконання тактичних і логістичних завдань.

Шасі – основна частина конструкції вантажівки. Воно є міцною основою для всіх інших компонентів автомобіля, таких як двигун, трансмісія, підвіска, колеса і кабіна водія. Шасі має бути виготовлене з матеріалів, які забезпечують високу міцність і стійкість до механічних пошкоджень при великих навантаженнях. Сучасні шасі виготовляються з високоміцних сталей, а також з алюмінієвих сплавів для зниження маси, що сприяє підвищенню ефективності перевезень [2].

Двигун – це серце вантажного автомобіля, яке відповідає за його рух. Вантажні автомобілі, як правило, оснащуються дизельними двигунами, оскільки вони поєднують високу потужність і економічність. У сучасних вантажівках використовуються двигуни з турбонаддувом і прямим впорскуванням пального, що дозволяє знижувати витрати пального і покращувати роботу при низьких і середніх оборотах. Поступово з'являються нові типи двигунів, зокрема електричні та гібридні двигуни, які сприяють зменшенню шкідливих викидів та зниженню експлуатаційних витрат [3].

Трансмісія – це система передачі потужності від двигуна до коліс. Для вантажних автомобілів важливою є наявність трансмісій з багатьма передавальними числами, що дозволяють адаптувати роботу двигуна до різних умов. Сучасні вантажівки оснащені як механічними, так і автоматичними трансмісіями, що значно полегшує управління транспортним засобом. Автоматичні трансмісії дають можливість водієві зосередитися на інших аспектах водіння, що підвищує безпеку і знижує втомлюваність водія [1].

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Підвіска та ходова частина – важливі елементи, які відповідають за комфорт водія, безпеку вантажу та військового складу. Вантажні автомобілі часто працюють у складних умовах, де дорожні покриття можуть бути в поганому стані. Тому використання надійних і ефективних підвісок є надзвичайно важливим. Сучасні системи підвіски включають пневматичні та гідравлічні елементи, що дозволяють зменшити вібрації та удари, знижуючи навантаження на вантаж і підвищуючи комфорт водія.

Кабіна водія – це частина автомобіля, де водій проводить більшу частину свого часу. Відповідно, кабіна повинна бути не тільки комфортною, але й безпечною. Для цього вона оснащена системами клімат-контролю, зручними сидіннями, сучасними мультимедійними системами та навігацією. Важливими є також системи активної безпеки, такі як система контролю тиску в шинах, адаптивний круїз-контроль і системи попередження зіткнень [6].

Розвиток військових вантажних автомобілів не зупиняється, і в майбутньому очікуються революційні зміни, здатні кардинально вплинути на логістику та мобільність збройних сил. Одним із найперспективніших напрямів є впровадження автономного управління. Безпілотні вантажівки з системами автономного водіння можуть виконувати завдання з транспортування боєприпасів, пального, продовольства та евакуації під вогнем, мінімізуючи ризики для особового складу та знижуючи залежність від людського фактора в умовах бойових дій. Інтеграція штучного інтелекту та вдосконалених сенсорних систем забезпечить адаптацію техніки до складних ландшафтних і тактичних умов, дозволяючи оперативно реагувати на загрози, перешкоди й зміну бойової обстановки.

Серед інших інновацій варто відзначити розвиток водневих силових установок, які здатні забезпечити високу автономність у польових умовах, зменшити теплову сигнатуру транспортного засобу та зробити його менш вразливим до виявлення противником. Крім того, водневі технології сприятимуть зниженню логістичних витрат на доставку пального у зону бойових дій.

У контексті сучасних воєнних конфліктів, де мобільність, швидкість і живучість техніки є вирішальними, критично важливо впроваджувати інноваційні рішення, що забезпечують підвищену ефективність бойового та тилового забезпечення. Це стосується не лише економічності експлуатації, але й покращення експлуатаційних характеристик, у тому числі надійності в екстремальних умовах, підвищення рівня захисту та зменшення впливу на тактичну екологію бойових театрів [7].

Один із способів підвищення ефективності вантажівок – це використання двигунів з удосконаленими технологіями, такими як турбонадув і пряме впорскування пального. Ці рішення дозволяють збільшити потужність двигуна при зниженому споживанні пального, що критично важливо для вантажних автомобілів. Завдяки цьому знижується загальна вартість перевезень і покращується економічність.

Одним з інноваційних рішень є системи рекуперації енергії, які дозволяють використовувати енергію, що зберігається при гальмуванні, для зарядки акумуляторів або живлення інших систем автомобіля. Такі системи

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

дозволяють значно підвищити ефективність роботи автомобіля, оскільки енергія, що зазвичай втрачалася при гальмуванні, тепер зберігається і використовується повторно.

Іншим стратегічним напрямом підвищення ефективності військових вантажних автомобілів є використання легких, але міцних матеріалів, таких як алюміній, титан та композитні сплави. Зменшення бойової маси техніки дозволяє не лише знизити витрати пального під час маршів і маневрів, але й підвищити вантажопідйомність — що критично важливо при транспортуванні боєприпасів, пального або евакуації особового складу. Наприклад, застосування алюмінієвих кузовів у військових автомобілях дозволяє зменшити загальну вагу машини, що покращує її мобільність у складних тактичних умовах і знижує знос агрегатів, особливо у фронтових зонах.

Надійність військової техніки — один із ключових чинників боєготовності. Поломка вантажного автомобіля в зоні бойових дій може призвести до зриву логістичного ланцюга, втрати матеріально-технічних ресурсів і навіть загрози життю військовослужбовців. Саме тому вітчизняні та закордонні виробники впроваджують сучасні технологічні рішення для підвищення живучості, довговічності та ремонтопридатності військових транспортних засобів навіть у польових умовах [4].

Сучасні військові вантажівки оснащуються розвиненою системою бортової діагностики, яка включає численні датчики для моніторингу технічного стану в реальному часі. Це можуть бути системи контролю тиску в шинах, температури двигуна, рівня мастила, зарядки акумулятора, а також системи виявлення поломок в трансмісії чи підвісці. У разі виявлення критичних відхилень, бортова система інформує механіка-водія або оператора штабу забезпечення про необхідність обслуговування чи заміни певних вузлів.

Для підвищення безпеки руху у військовій колоні або під час евакуації під вогнем, військові вантажівки комплектуються системами активної безпеки: електронний контроль стійкості (ESC), антиблокувальні гальмівні системи (ABS), системи автоматичного гальмування та допомоги при спуску/підйомі. Ці технології значно покращують керованість техніки в умовах бездоріжжя, мінного загородження чи бойового стресу [3].

З огляду на умови експлуатації — пересування по болотистій, гірській чи зруйнованій місцевості — надзвичайно важливим є використання посиленої ходової частини. Військові вантажівки оснащуються незалежною підвіскою, мостами з блокуванням диференціала, шинами підвищеної прохідності та системами централізованого підкачування коліс. Це дозволяє техніці зберігати рухливість навіть після часткових ушкоджень або в умовах перевантаження.

Для збільшення строку служби та зниження втрат техніки через корозійне руйнування, особливо в умовах підвищеної вологості, снігу та дії агресивного середовища (включно з дорожніми реагентами або хімічною зброєю), в конструкції використовуються антикорозійні покриття, спеціальні фарби та герметики [1].

Технічні інновації у сфері військових вантажних автомобілів постійно вдосконалюються. У найближчі роки очікується поява нових рішень, які не тільки змінять конструктивні підходи до проєктування тактичного транспорту, а

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

й революціонізують способи ведення матеріально-технічного забезпечення військ.

Інтелектуальні системи автономного водіння відкривають нову еру в логістиці — безпілотні платформи можуть здійснювати доставку вантажів у зону бою без ризику для життя військовослужбовців. Такі системи забезпечуватимуть точне та безпечне управління навіть в умовах радіоелектронної боротьби чи перешкод на маршруті.

Крім того, поступовий перехід до електричних і водневих військових вантажівок дозволить знизити залежність від традиційного пального, зменшити логістичне навантаження на підрозділи забезпечення та зменшити теплову помітність техніки для противника. Хоча ці технології ще проходять випробування, їх активне впровадження у військовий сектор — лише питання часу [6].

Військові вантажні автомобілі майбутнього можуть стати елементом інтегрованої бойової транспортної системи, яка включатиме автоматизовані засоби моніторингу дорожньої обстановки та управління транспортними потоками в реальному часі. Це забезпечить більш точне планування маршів, швидке реагування на зміни бойової ситуації та підвищення ефективності матеріально-технічного забезпечення на театрі воєнних дій.

Зростаючі вимоги до скорочення логістичного сліду ЗСУ, зменшення використання традиційного пального та забезпечення енергоефективності стимулюють впровадження нових екологічно та тактично доцільних технологій. Зокрема, військові вантажівки з гібридними або електричними силовими установками дозволяють зменшити споживання пального, знизити теплову сигнатуру техніки (що важливо для зниження її виявлення противником), а також підвищити автономність підрозділів. Утім, навіть у випадку електрифікованої техніки, актуальними залишаються виклики щодо тривалості зарядки, польових джерел енергії та енергетичної незалежності в бойових умовах.

Для забезпечення сталого функціонування логістики в ЗСУ все більше уваги приділяється використанню матеріалів з низьким вуглецевим і тепловим слідом. Легкі сплави, біокомпозити та покриття з підвищеною стійкістю до впливу зовнішнього середовища допомагають зменшити загальну масу техніки та підвищити її живучість на полі бою [5].

Сучасні військові вантажівки оснащуються електронними системами, які істотно підвищують безпеку як для екіпажу, так і для вантажу. Окрім систем стабілізації руху та ABS, активно впроваджуються технології автоматичного паркування, що критично важливо для швидкої зупинки або укриття техніки в обмежених умовах. Також застосовуються системи постійного моніторингу технічного стану — для своєчасного виявлення збоїв та зменшення ризику виходу з ладу під час виконання бойових завдань.

Системи попередження зіткнень, адаптивний круїз-контроль, камери кругового огляду та тепловізори дозволяють підвищити рівень ситуаційної обізнаності екіпажу. Це особливо важливо під час пересування в умовах обмеженої видимості, під час нічних маршів, або в разі ведення операцій у міських умовах [2].

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

З урахуванням розвитку багаторівневих логістичних структур у військах, виникає потреба в більш адаптивних та цифровізованих транспортних рішеннях. Попит на військові вантажівки стрімко зростає в країнах, які активно модернізують свої Збройні сили та інвестують у мобільну інфраструктуру. В результаті цього виробники змушені впроваджувати новітні технології, які дозволяють оперативно реагувати на зміну оперативної обстановки.

Військові вантажівки з можливістю інтеграції в цифрові платформи бойового управління дозволяють не лише транспортувати вантажі, але й бути елементом загальної інформаційної мережі. Адаптивні перевізні модулі можуть автоматично взаємодіяти з логістичними хабами, складами та штабами в режимі реального часу.

Подальшим кроком у розвитку є автоматизація військових логістичних процесів. Технології Інтернету речей (IoT) дозволяють здійснювати повний контроль над станом транспортних засобів, прогнозувати поломки, оптимізувати маршрути з урахуванням загроз, заторів, пошкодженої інфраструктури чи змін у зоні бойових дій [7].

Застосування таких систем дозволяє знизити навантаження на особовий склад тилових підрозділів, забезпечити своєчасне поповнення ресурсів і уникнути затримок у постачанні критично важливих вантажів. Інтеграція з автоматизованими системами обліку запасів, обліку боєприпасів, польових складів і бойових модулів сприятиме зменшенню кількості помилок, підвищенню точності доставок і загальній ефективності ведення військових дій.

Висновки та пропозиції. Розвиток військових вантажних автомобілів — це безперервний процес удосконалення їхньої конструкції з урахуванням сучасних вимог до мобільності, живучості та цифровізації на полі бою. Інтеграція новітніх технологій сприяє підвищенню потужності, економічності та адаптивності до різноманітних бойових умов. Сучасна техніка забезпечує не лише ефективне транспортування матеріальних ресурсів, але й комфорт і безпеку особового складу, що відіграє важливу роль у зниженні втрат та підтриманні боєздатності підрозділів. З кожним роком розвиток інновацій дозволяє не лише зменшити логістичне навантаження на війська, а й підвищити стійкість військової інфраструктури до зовнішніх загроз, забезпечуючи стратегічну перевагу у воєнному конфлікті.

Список використаних джерел:

[1] Автомобіль вантажний. сучасні конструкції: підручник для здобувачів ступеня вищої освіти ЗВО / А. Т. Лебедєв, В. Д. Мигаль, І. О. Шевченко, М. Л. Шуляк; за ред. проф. А. Т. Лебедєва; ХНТУСГ. Харків: ТОВ «Планета-Прінт», 2021. 369 с.
[2] Будова автомобіля: Навчальний посібник / А. І. Панченко, А. А. Волошина, О. В. Болтянський, І. І. Мілаєва, І. А. Панченко, А. А. Волошин. Мелітополь: ВПЦ «Люкс», 2021. 247 с.
[3] Дубровський В.П., Самостян В.Р. Аналіз проблемних питань перевезень великогабаритних та великовагових вантажів / Студентський науковий вісник. Серія «Технічні науки». Науковий збірник. Випуск 47 (частина 1). Луцьк: ІВВ ЛНТУ, 2022. 191-196 с.
[4] Кузов і кабіна вантажного автомобіля. URL: https://s05b59766c9b6c2ba.jimcontent.com/download/version/1512994580/module/14691292222/name/20.pdf

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[5] Підручник з будови автомобіля. URL: https://green-way.com.ua/uk/dovidniki/pidruchnyk-po-vlashtuvannju-avtomobilja
[6] Попович П. В. Дослідження тенденцій розвитку ринку вантажних автомобільних перевезень у сучасних умовах. П. В. Попович, О. С. Шевчук, А.Й. Матвіїшин, В. М. Лотоцька Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки. 2016. № 2. С. 224-229.
[7] Самостян В.Р. Удосконалення процесу планування перевезення вантажів автомобільним транспортом: монографія. Луцьк: ІВВ ЛНТУ, 2023. 158 с.

ANALYSIS OF TRUCK STRUCTURE: TECHNICAL SOLUTIONS TO INCREASE EFFICIENCY AND RELIABILITY

Vladislav Kolomytsev
Lieutenant Colonel, Senior Lecturer, Department of Automotive Engineering
National Academy of the National Guard of Ukraine, Ukraine

Summary. *The article examines the main structural features and technological innovations in freight trucks. It analyzes the evolution of their design, from the first models of the late 19th century to modern vehicles equipped with advanced technologies. Special attention is given to the chassis, engines, transmissions, suspension, driver's cabin, and electronic safety systems. The prospects for the development of freight trucks are considered, including autonomous driving, electric and hydrogen technologies, as well as the use of lightweight materials to enhance efficiency and environmental sustainability.*
Keywords: *freight trucks, design, chassis, engine, transmission, suspension, driver's cabin, innovative technologies, autonomous driving, electric vehicles, hydrogen technologies, efficiency, environmental sustainability.*

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ABSTRACT

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.064

ПЕРША НЕОДНОРІДНА ЗАДАЧА ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ ДЛЯ ЧВЕРТІ ПЛОЩИНИ

Древаль Олександр Дмитрович
здобувач вищої освіти факультету інфокомунікацій
Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна

Стогній Надія Петрівна
канд. фіз.-мат. наук, доцент, доцент кафедри вищої математики
Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна

Вступ. Інтерес до вивчення фізичних моделей математичними методами обумовлений фундаментальною роллю, яку математика відіграє у теоретичному описі фізичних явищ. Математичні методи дають можливість формалізувати фізичні ідеї, здійснювати точний аналіз складних систем, будувати прогнози та тестувати гіпотези [1]. Тому важливість дослідження зумовлена тим, що математика є універсальною мовою фізики, яка дозволяє не тільки описувати вже відомі явища, але й прогнозувати нові, розвивати теоретичні основи та ефективно інтерпретувати експериментальні дані [2]. У підручниках, збірниках задач із математичної фізики та наукових статтях багато уваги приділяється дослідженню однорідних та неоднорідних задач теплопровідності [3], які пов'язанні з описом розподілу температури в твердому тілі або середовищі та з тепловими потоками, що виникають при передачі тепла всередині матеріалу. Ці задачі розв'язують рівняння теплопровідності, які відносяться до типу диференціальних рівнянь у частинних похідних.

Постановка задачі. Знайти розв'язок неоднорідного рівняння теплопровідності

$$\frac{\partial u}{\partial t} = a^2\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}\right) + F(x,y,t) \tag{1}$$

у області $D\,(0 < x < \infty,\ 0 < y < \infty,\ t > 0)$, з початковою умовою

$$u(x,y,t)\big|_{t=0} = f(x,y), \tag{2}$$

та граничними умовами першого роду

$$u(x,y,t)\big|_{x=0} = \varphi(y,t), \tag{3}$$

$$u(x,y,t)\big|_{y=0} = \phi(x,t). \tag{4}$$

Для розв'язання задачі двічі застосуємо синус-перетворення Фур'є за змінною y, покладаючи, що $\lim\limits_{y\to\pm\infty}\dfrac{\partial \tilde{v}}{\partial y} = 0$. Одержимо першу одномірну задачу відносно змінної x:

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

$$\frac{\partial \tilde{u}}{\partial t} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - a^2 s^2 \tilde{u}(x,s,t) + a^2 \sqrt{2/\pi} \cdot s\phi(x,t) + \tilde{F}(x,s,t), \quad (5)$$

де

$$\tilde{u}(x,s,t) = \sqrt{2/\pi} \cdot \int_0^\infty u(x,y,t) \sin sy \, dy, \quad (6)$$

$$\tilde{F}(x,s,t) = \sqrt{2/\pi} \cdot \int_0^\infty F(x,y,t) \sin sy \, dy, \quad (7)$$

$$\tilde{u}(x,s,t)\big|_{t=0} = \tilde{f}(x,s), \quad (8)$$

$$\tilde{u}(x,s,t)\big|_{x=0} = \tilde{\varphi}(s,t). \quad (9)$$

Введемо нову функцію:

$$\tilde{u}(x,s,t) = \exp\left[-a^2 s^2 t\right] \cdot \tilde{v}(x,s,t). \quad (10)$$

Отже, задача (5), (8)-(9) зводиться до першої граничної задачі для напівобмеженого відрізка:

$$\frac{\partial \tilde{v}}{\partial t} = a^2 \frac{\partial^2 \tilde{v}}{\partial x^2} + a^2 \sqrt{2/\pi} \cdot s \cdot \exp\left[a^2 s^2 t\right] \phi(x,t) + \exp\left[a^2 s^2 t\right] \tilde{F}(x,s,t), \quad (11)$$

$$\tilde{\tilde{v}}(x,s,t)\Big|_{t=0} = \tilde{f}(x,s), \quad (12)$$

$$\tilde{v}(x,s,t)\big|_{x=0} = \exp\left[a^2 s^2 t\right] \tilde{\varphi}(s,t). \quad (13)$$

Застосовуючи синус-перетворення Фур'є за змінною x, покладаючи, що $\lim_{y \to \pm\infty} \frac{\partial \tilde{v}}{\partial x} = 0$, зведемо задачу (11)-(13) до звичайного неоднорідного рівняння першого порядку:

$$\frac{\partial \tilde{\tilde{v}}}{\partial t} + a^2 s_1^2 \tilde{\tilde{v}} = \Phi(s_1,s,t), \quad (14)$$

$$\tilde{\tilde{v}}\Big|_{t=0} = \tilde{f}(s_1,s). \quad (15)$$

Тут

$$\Phi(s_1,s,t) = a^2 \sqrt{2/\pi} \cdot s \cdot \exp\left[a^2 s^2 t\right] \tilde{\phi}(s_1,t) +$$
$$+ a^2 \sqrt{2/\pi} \cdot s_1 \cdot \exp\left[a^2 s^2 t\right] \tilde{\varphi}(s,t) + \exp\left[a^2 s^2 t\right] \tilde{F}(s_1,s,t). \quad (16)$$

Розв'язуючи рівняння (14) методом варіації довільної змінної і задовольняючи початковій умові (15), одержимо такий розв'язок:

$$\tilde{\tilde{v}}(s_1,s,t) = \int_0^t \exp\left[-a^2 s_1^2 (t-\tau)\right] \cdot \exp\left[a^2 s^2 \tau\right] \Phi(s_1,s,t) \, d\tau + \tilde{f}(s_1,s) \exp\left[-a^2 s_1^2 t\right]. \quad (17)$$

Приймаючи до уваги (10), розв'язок (17) виразимо через функцію $\tilde{\tilde{u}}(s_1,s,t)$:

$$\tilde{\tilde{u}}(s_1,s,t) = \int_0^t \exp\left[-a^2 s_1^2 (t-\tau)\right] \exp\left[-a^2 s^2 \tau\right] \Phi(s_1,s,t) \, d\tau + \tilde{f}(s_1,s) \exp\left[-a^2 s_1^2 t\right] \exp\left[-a^2 s^2 t\right]. \quad (18)$$

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Враховуючи (16), вираз (18) подамо у вигляді:

$$\tilde{\tilde{u}}(s_1,s,t)=a^2\sqrt{2/\pi}\int_0^t s\cdot\exp\left[-a^2s^2(t-\tau)\right]\cdot\exp\left[-a^2s_1^2(t-\tau)\right]\tilde{\phi}(s_1,\tau)\,d\tau+$$

$$+a^2\sqrt{2/\pi}\int_0^t s_1\cdot\exp\left[-a^2s_1^2(t-\tau)\right]\cdot\exp\left[-a^2s^2(t-\tau)\right]\tilde{\varphi}(s,\tau)\,d\tau+$$

$$+\int_0^t\tilde{F}(s_1,s,\tau)\exp\left[-a^2s^2(t-\tau)\right]\exp\left[-a^2s_1^2(t-\tau)\right]d\tau+\tilde{f}(s_1,s)\exp\left[-a^2s_1^2t\right]\exp\left[-a^2s^2t\right]. \quad (19)$$

Оскільки оберненим перетворенням Фур'є функції $\exp\left[-a^2s^2t\right]$ є функція $1/a\sqrt{2t}\exp\left[-y^2/4a^2t\right]$, а функції $s\cdot\exp\left[-a^2s^2t\right]$ – функція $y/2\sqrt{2}a^2\sqrt{t^3}\exp\left[-y^2/4a^2t\right]$, то застосовуючи обернене перетворення Фур'є і формулу згортки для виразу (19), одержимо формальний розв'язок поставленої задачі у виді:

$$u(x,t)=\int_0^\infty d\xi\int_0^\infty\frac{f(\xi,\eta)}{4a^2\pi t}\left(\exp\left[-\frac{(x-\xi)^2}{4a^2t}\right]-\exp\left[-\frac{(x+\xi)^2}{4a^2t}\right]\right)\left(\exp\left[-\frac{(y-\eta)^2}{4a^2t}\right]-\exp\left[-\frac{(y+\eta)^2}{4a^2t}\right]\right)d\eta+$$

$$+\int_0^t d\tau\int_0^\infty\frac{y\phi(\xi,\tau)}{4a^2(t-\tau)^2}\left(\exp\left[-\frac{(x-\xi)^2+y^2}{4a^2(t-\tau)}\right]-\exp\left[-\frac{(x+\xi)^2+y^2}{4a^2(t-\tau)}\right]\right)d\xi+$$

$$+\int_0^t d\tau\int_0^\infty\frac{x\varphi(\eta,\tau)}{4a^2(t-\tau)^2}\left(\exp\left[-\frac{x^2+(y-\eta)^2}{4a^2(t-\tau)}\right]-\exp\left[-\frac{x^2+(y+\eta)^2}{4a^2(t-\tau)}\right]\right)d\xi+$$

$$+\int_0^t d\tau\int_0^\infty d\xi\int_0^\infty\frac{F(\xi,\eta,\tau)}{4a^2\pi(t-\tau)}\left(\exp\left[-\frac{(x-\xi)^2}{4a^2(t-\tau)}\right]-\exp\left[-\frac{(x+\xi)^2}{4a^2(t-\tau)}\right]\right)\times$$

$$\times\left(\exp\left[-\frac{(y-\eta)^2}{4a^2(t-\tau)}\right]-\exp\left[-\frac{(y+\eta)^2}{4a^2(t-\tau)}\right]\right)d\eta. \quad (20)$$

Якщо функції $f(x,y)$, $\varphi(y,t)$, $\phi(x,t)$, $F(x,y,t)$ неперервні і обмежені і, крім того, функція $F(x,y,t)$ задовольняє умові Гьольдера за першими двома аргументами, то легко довести, що розв'язок (20) задовольняє рівнянню (1), початковій умові (2) і граничним умовам першого роду. Застосування цих методів для розв'язування граничних задач на площині стало одним із стимулів для їхнього строгого математичного обґрунтування й узагальнення, що призводить у деяких випадках до виникнення нових математичних напрямів.

Висновок. В роботі відновлено ланцюжок висновків, що схований за постановкою задачі та отриманим результатом, показано алгоритм розв'язування першої неоднорідної задачі теплопровідності для чверті площини.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Список використаних джерел:

[1] Дорошенко В., Стогній Н. (2025, 19-22 травня). Математичне моделювання процесу передачі та прийому інформації конічними антенами [тези доповіді конференції]. 1-а Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні інформаційні технології та системи штучного інтелекту», Харків-Яремче, Україна.

[2] Вайсфельд Н. Д. & Реут В. В. (2018). *Рівняння математичної фізики. Навч.-метод. посібн. для студ. спец. «Прикладна математика».* Одеса: Одеськ. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова.

[3] Удовенко К. О., Стогній Н. П., Минко П. Є. (2024, 24 травня). Загальна однорідна гранична задача теплопровідності для кільця [тези доповіді конференції]. VI Міжнародна науково-практична конференція «Grundlagen der Moderner Wissenschaftlichen Forschung», Цюріх, Швейцарія.

FIRST NONHOMOGENEOUS PROBLEM OF THERMAL CONDUCTIVITY FOR A QUARTER OF THE PLANE

Dreval Oleksandr
student at the Faculty of Infocommunications
Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine
Stognii Nadiia
Ph.D in Physical and Mathematical Sciences, Associated Professor,
Associate Professor of the Department of Higher Mathematics
Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ABSTRACT

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.065

ОСОБЛИВОСТІ СОЦІАЛЬНОЇ АДАПТАЦІЇ УКРАЇНСЬКИХ МІГРАНТІВ В КРАЇНАХ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ

Шевченко Сергій Андрійович
аспірант, кафедри соціології та соціальної роботи
Ужгородський національний університет, Україна

У зв'язку з військовими діями на сході України, а згодом і повномасштабним вторгненням Росії у 2022 році, кількість українських громадян, які виїхали до країн ЄС, значно зросла. Станом на 2025 рік, мільйони українців проживають у Польщі, Німеччині, Чехії, Італії, Іспанії та інших країнах. У цьому контексті питання соціальної адаптації стає надзвичайно актуальним, оскільки визначає як добробут самих мігрантів, так і ефективність їх інтеграції в приймаючі суспільства.

Соціальна адаптація — це процес пристосування особи або групи до нових соціальних умов, правил, норм і культури. У випадку українських мігрантів вона включає:

- вивчення мови приймаючої країни;
- працевлаштування;
- встановлення соціальних зв'язків;
- доступ до освіти, медицини, соціального захисту.

Основні виклики адаптації

2.1 Мовний бар'єр

Більшість українських мігрантів не володіють мовою приймаючої країни на належному рівні, що ускладнює комунікацію, доступ до послуг і пошук роботи.

2.2 Труднощі з працевлаштуванням

Нерідко українці змушені працювати нижче свого рівня кваліфікації. Нострифікація дипломів, визнання професійного досвіду — тривалий і складний процес.

2.3 Психоемоційна адаптація

Евакуація з країни, розлука з родиною, втрата житла і невизначеність майбутнього викликають стрес, депресію, почуття ізоляції.

2.4 Дискримінація та упередження

Попри загальну підтримку з боку населення ЄС, українці іноді стикаються з ксенофобією, особливо на ринку праці або в житловій сфері.

3. Чинники успішної інтеграції

3.1 Освітні програми та мовні курси

У багатьох країнах ЄС (зокрема Польща, Німеччина, Чехія) уряди та НУО пропонують безкоштовні мовні курси, які значно прискорюють адаптацію.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

3.2 Інституційна підтримка

Інтеграційні центри, консультаційні пункти, юридична допомога — інструменти, які допомагають орієнтуватися в правових і соціальних системах країни перебування.

3.3 Українська діаспора

Громадські організації, церкви, культурні центри українців за кордоном створюють простір підтримки, взаємодопомоги та збереження ідентичності.

3.4 Працевлаштування та волонтерство

Можливість працювати чи займатися волонтерською діяльністю сприяє інтеграції через соціальні контакти і відчуття приналежності.

4. Приклади з різних країн ЄС

Польща

- Найбільша українська громада.
- Широкі можливості для працевлаштування.
- Позитивне ставлення суспільства.
- Легкість вивчення мови для україномовних.

Німеччина

- Розвинена система соціального забезпечення.
- Складніша бюрократія.
- Високі вимоги до мови для доступу до кваліфікованої праці.

Італія та Іспанія

- Багато українців працюють у сфері догляду та побутових послуг.
- Сильна підтримка української діаспори.
- Проблеми з легалізацією та контрактною зайнятістю.

Соціальна адаптація українських мігрантів у країнах ЄС є багатогранним процесом, який залежить як від індивідуальних зусиль мігрантів, так і від політик приймаючих держав. Основними чинниками успішної адаптації є знання мови, доступ до освіти, працевлаштування, підтримка громади та ефективна державна політика інтеграції. Попри численні виклики, українці демонструють високий рівень стійкості, працездатності та прагнення інтегруватися, зберігаючи при цьому свою культурну ідентичність.

Список використаних джерел:

[1] Безрук, О. І. Соціальна адаптація українських мігрантів у країнах ЄС: виклики та перспективи / О. І. Безрук // *Соціологія: теорія, методи, маркетинг*. – 2022. – № 1. – С. 67–75.

[2] Вдовиченко, І. М. Міграційна політика Європейського Союзу: сучасний стан і вплив на адаптацію українців / І. М. Вдовиченко // *Глобальні та національні проблеми економіки*. – 2023. – № 40. – С. 132–138.

[3] Гуменюк, О. А. Проблеми соціокультурної інтеграції українських мігрантів у Німеччині / О. А. Гуменюк // *Еміграційні процеси: історія і сучасність*. – 2021. – Т. 3. – С. 45–52.

[4] Дьяків, І. В. Трудова міграція українців до ЄС: соціальна адаптація в умовах інституційних бар'єрів / І. В. Дьяків // *Демографія та соціальна економіка*. – 2020. – № 4. – С. 93–102.

[5] Зелінська, О. В. Особливості інтеграції українських мігрантів у Польщі: соціальний вимір / О. В. Зелінська // *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Соціологія*. – 2022. – Вип. 48. – С. 55–61.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[6] Кириченко, Т. П. Соціальна адаптація українських біженців у країнах Європи під час війни / Т. П. Кириченко // *Проблеми міжнародних відносин*. – 2023. – № 2. – С. 23–30.
[7] Козак, Л. С. Механізми підтримки українських мігрантів у країнах ЄС / Л. С. Козак // *Політичний менеджмент*. – 2021. – № 3. – С. 112–119.
[8] Литвин, Н. М. Європейський досвід інтеграції мігрантів: уроки для України / Н. М. Литвин // *Зовнішні справи*. – 2022. – № 7–8. – С. 56–61.
[9] Ніколаєнко, С. І. Проблеми міжкультурної комунікації українських мігрантів в Італії / С. І. Ніколаєнко // *Культурологічний вісник*. – 2020. – № 42. – С. 104–110.
[10] Шевчук, В. П. Інтеграція українських трудових мігрантів у Чехії: соціальні аспекти / В. П. Шевчук // *Наукові записки НаУКМА. Соціологія*. – 2021. – Т. 5. – С. 77–84.

PECULIARITIES OF SOCIAL ADAPTATION OF UKRAINIAN MIGRANTS IN THE EUROPEAN UNION COUNTRIES

Shevchenko Serhii Andriyovych
Aspirant, Department of Sociology and Social Work
Uzhhorod National University, Ukraine

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ARTICLE

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.066

СТРАТЕГІЇ І ТАКТИКИ ДИСКРЕДИТАЦІЇ У ПЕРЕДВИБОРЧИХ ПРОМОВАХ ДОНАЛЬДА ТРАМПА

Гордуна Єлизавета Андріївна
магістрантка кафедри англійської мови
факультет іноземних мов
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, Україна

***Анотація**. Статтю присвячено шляхам реалізації стратегій і тактик дискредитації у передвиборчих промовах кандидата на пост президента США Д. Трампа (2024 р.) У дослідженні визначено, що політичне мовлення Д. Трампа є яскравим прикладом реалізації маніпулятивної та конфронтаційної риторики, спрямованої на формування негативного образу опонентів і зміцнення власного політичного іміджу. Основну увагу зосереджено на трьох домінантних тактиках дискредитації: образі, знущанні та звинуваченні, які розглядаються на прикладі автентичних промов. Тактики звинувачення реалізуються через бездоказові твердження, пов'язані з імміграцією, економічною нестабільністю та зрадою національних інтересів. Знущання і приниження постають засобом емоційного впливу, який мобілізує електорат через створення образу «зовнішнього ворога». Стаття спирається на сучасні теоретичні розвідки з комунікативної лінгвістики (Ф. Бацевич, Т. А. ван Дейк, О. Даньшина) та містить ґрунтовний лінгвістичний аналіз мовних проявів дискредитації в американському політичному дискурсі.*

***Ключові слова**: комунікативна стратегія; комунікативна тактика; політичний дискурс; передвиборча промова; Д. Трамп.*

Мова є невід'ємним складником сучасного суспільства, а в деяких сферах, таких як політика, відіграє особливо важливу роль, адже боротьба за владу, а відтак, безпосередній вплив на виборця здійснюють за посередництва комплексу характерних для цієї сфери і ретельно організованих відповідно до наміру адресанта мовних засобів. Свідченням цього є велика кількість праць вітчизняних і зарубіжних науковців присвячених різним аспектам вивчення мовних особливостей американського політичного дискурсу серед яких роботи Т. М Ващук, Д. С. Мацько, Б. І. Мотузенка, Л. С. Павлюк, А. В. Прокопенко та інших науковців. Вивченню комунікативних стратегій і тактик присвячено низку теоретичних праць, що містять розроблені в різних типах дискурсу типології (Ф. Бацевич, Т. ван Дейк, В. Чернявська, О. Селіванова, О. Чорна) та ін. В українському мовознавстві досліджують функціювання цього явища в різних дискурсах: мас-медійному (С. Козак), рекламному (Н. Кутуза), політичному (М. Зайцева, О. Дмитрук, О. Маріна, І. Рудик) тощо.

Американський політичний дискурс продовжує викликати суттєвий інтерес серед науковців різних дисциплін, про що свідчить постійна поява

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

нових публікацій із цієї тематики. Передумовою такої популярності цього виду мовленнєвої діяльності з одного боку є використання передових технологій комунікативного впливу в мовній площині, а з іншого – непересічні особистості самих політиків США.

Не дивлячись на широке коло проведених у цій галузі досліджень, комунікативні стратегії і тактики у передвиборчих промовах кандидатів на пост президента США Д. Трампа та К. Гарріс ще не досліджувалися, що становить новизну нашого дослідження.

Метою нашого дослідження є вивчення комунікативних стратегій і тактик у 20 передвиборчих промовах кандидата на пост президента США Д. Трампа за 2024 рік.

Згідно з одним із найпоширеніших підходів до дефініції поняття стратегії, розробленим Ф. С. Бацевичем, комунікативна стратегія визначається як "оптимальна реалізація інтенцій мовця для досягнення конкретної мети спілкування, тобто контроль та вибір дієвих кроків спілкування та їх глибокого видозмінення в конкретній ситуації" [1]. Отже, комунікативну стратегію провідні науковці тлумачать як сукупність заходів, що мають на меті чинення ефективного впливу на адресата. Засобами вираження цих стратегій постають комунікативні тактики. Вони співвідносяться як рід і вид, варіант й інваріант, "глобальна інтенція" та комунікативна дія [3, с. 16].

Отже стратегія реалізується комплексом тактик, ретельний підбір яких забезпечує успіх комунікації та дозволяє управляти не тільки самим спілкуванням, а й думкою свого співрозмовника.

Передвиборчі промови майбутніх президентів США О.В. Даньшина характеризує як емоційні, об'єднуючі, апелюючі [2, с.25].

У промовах Дональда Трампа чітко простежуються три основні тактики дискредитації: образа, знущання та звинувачення. Аналіз промов Дональда Трампа в Атланті та Детройті свідчить про системне і послідовне використання стратегії дискредитації як основного інструмента політичної боротьби. Риторика Трампа включає емоційно забарвлені образи, саркастичне знецінення та недоведені звинувачення, спрямовані на формування в аудиторії стійкого негативного враження про політичних опонентів, передусім Камали Гарріс.

Застосування таких тактик виконує одразу кілька функцій: мобілізує електорат через створення образу «ворога»; знижує легітимність політичних суперників; підкріплює власний імідж як «єдиного рятівника нації».

Так, Д. Трамп регулярно використовує принизливі висловлювання щодо своїх опонентів. Наприклад, під час виступу в Вісконсині він назвав віцепрезидентку Камалу Гарріс «ментально неповносправною», що викликало осуд навіть серед деяких республіканців.

Також, під час передвиборчого мітингу в Ері, Пенсильванія, Трамп посилив образливу риторику, що стало характерною рисою його політичних кампаній.

Д. Трамп часто висміює своїх опонентів, використовуючи сарказм та іронію. Під час виступу в Конгресі він перетворив офіційну промову на передвиборчий мітинг, глузуючи з опонентів.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Більш того, Д. Трамп часто звинувачує опонентів у різних злочинах або змовах без належних доказів. Наприклад, він стверджував, що демократи хочуть «викрасти» вибори, поширюючи неправдиву інформацію про масові фальсифікації.

Також, Трамп звинувачував мігрантів у злочинах без належного судового процесу, що призвело до незаконних депортацій.

Розглянемо детальніше як саме Трамп використовує різні тактики дискредитації для підриву авторитету опонентів та зміцнення власної позиції серед прихильників.

Тактика образи. Ця тактика направлена ним як проти опонента Камали Гарріс, віце президентки США, так і проти ненависних йому іммігрантів. До прикладу, очевидна принизлива гра на її невдачах простежується у таких висловлюваннях:

«*Kamala is turning us into a third-world nation, which is true*» (Trump, Atlanta Rally, 2024) - натяк на її некомпетентність.

«*I didn't know she didn't pass her bar exam... I will not mention the fact that she didn't pass her bar exam, so I'm not going to mention that.*» (Trump, Atlanta Rally, 2024).

«*She's a grossly incompetent person, and we can't let this happen.*»

«*Lyin' Kamala Harris... sold you out.*»

«*She destroyed San Francisco. She destroyed California along with Gavin Newscum.*» (Trump, Detroit Economic Club, 2024).

Ці висловлювання спрямовані на створення образу некомпетентної, нечесної та згубної для країни особи.

Також створюється образ ворога-іммігранта:

«*These are killers... they don't need too much of an excuse... they have a short fuse*».

«*She has resettled [Venezuelan gang members] very nicely into our communities to prey upon our innocent American citizens*» (Trump, Atlanta Rally, 2024).

Трамп порівняв місто Детройт із країнами, що розвиваються, знецінюючи його економічне становище:

«*We're a developing nation too, just take a look at Detroit. Detroit's a developing area more than most places in China.*» (Trump, Detroit Economic Club, 2024).

Це висловлювання принижують місто, в якому він виступав, що викликало обурення серед місцевих лідерів та громадськості.

Тактика знущання. Елемент іронії й зневаги проявився у глузуванні над технічними збоями у виступах Камали, а також її ніби-то нездатності говорити без підказки:

«*Did you see when her teleprompter crashed last night?... '32 days, 32 days'... she was about ready to eat the [teleprompter]*» (Trump, Atlanta Rally, 2024).

Використання сарказму для висміювання непослідовності Камали Гарріс також є типовим для Д. Трампа:

«*She was in charge of defund the police... now she says, 'I love the police.' Do you go from a defunder to a lover? I don't think so*» (Trump, Atlanta Rally, 2024).

Трамп використав саркастичні порівняння, щоб висміяти потенційне президентство Камали Гарріс:

«*Our whole country will end up being like Detroit if she's your president*» (Trump, Detroit Economic Club, 2024).

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Таке висловлювання не лише принижує Гарріс, але й використовує негативний образ Детройта як метафору для майбутнього країни під її керівництвом.

Глузування з віку/вигляду Джо Байдена зустрічається у кожній промові.

«They put on their bathing suit. They don't look a lot better than Biden» (Trump, Atlanta Rally, 2024).

Тактика звинувачення. Трамп неодноразово використовував звинувачення як інструмент деморалізації опонента. Ось що, наприклад, він заявляє про Камалу Гарріс, пов'язуючи її з резонансними злочинами без юридичних підстав, і прямо звинувачує адміністрацію в національній зраді:

«The United States is now an occupied country… Kamala's open-border policy is a complete and total betrayal» (Trump, Detroit Economic Club, 2024).

«She imported savage Venezuelan prison gangs… including the Tren de Aragua» (Trump, Detroit Economic Club, 2024).

«Kamala has imported an army of illegal-alien gang members… from Venezuela to the Congo» (Trump, Detroit Economic Club, 2024)

«Kamala's migrant invasion is devastating our great African American community… bringing drugs, crime, and death» (Trump, Detroit Economic Club, 2024).

«Thirteen thousand illegal aliens, convicted murderers are on the loose in the United States» [because of Kamala] »

Трамп звинуватив Гарріс у руйнуванні інших міст, створюючи образ загрози для нації:

«She destroyed San Francisco… what she did to California is a disgrace» (Trump, Detroit Economic Club, *2024).*

Ці звинувачення спрямовані на формування уявлення про Гарріс як про політика, чия діяльність призводить до занепаду міст і штатів.

«She was assaulted, beaten, and horrifically murdered by an illegal alien… released into our country by Kamala Harris» (Trump, Atlanta Rally, 2024).

Надзвичайно агресивна риторика простежується також і в адресу демократів, у тому числі на тему виборів:

«We had a great election… but something happened a little bit. We can't let that happen again»

Про адміністрацію Байдена/Гарріс Д. Трамп звичайно теж відгукується дуже негативно:

«And she's allowed millions of these people into our country destroying our country» (Trump, Atlanta Rally, 2024).

«*It's a disaster. It is a disaster. Kamala's inflation has already cost a typical family over $30,000 in higher prices. And now, she's proposing to raise the typical family's taxes by nearly $3,000 a year*» (Trump, Atlanta Rally, 2024).

Таким чином, дискредитація у передвиборчих промовах Д. Трампа постає не випадковим прийомом, а продуманою риторичною стратегією, що має глибоку електоральну та маніпулятивну спрямованість. Здійснений аналіз автентичних промов свідчить про послідовне використання мовних засобів із високим емоційним і маніпулятивним потенціалом, спрямованих на формування негативного образу опонентів, делегітимацію їхньої політичної позиції та зміцнення власного іміджу. Висловлювання Трампа демонструють

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

поєднання прямої агресії, сарказму та гіперболізації, що слугують ефективним засобом мобілізації електорату шляхом апеляції до страхів, емоцій та стереотипів.

Перспективами подальших розвідок у цій сфері може стати порівняння стратегій і тактик дискредитації у промовах Д. Трампа та К. Гарріс у гендерному аспекті.

Список використаних джерел:

[1] Бацевич, Ф. С. (2009). *Основи комунікативної лінгвістики*. Київ: Видавничий центр „Академія".
[2] Даньшина, О. В. (2007). Стратегії і тактики американського передвиборчого дискурсу. *Вісник Сумського державного університету. Серія: Філологія*, (1), 24–28.
[3] Dijk, T. A. van, & Kintsch, W. (1983). *Strategies of discourse comprehension*. New York: Academic Press.
[4] Trump, D. (n.d.). *Transcript of Donald Trump's speeches*. Roll Call. https://rollcall.com/factbase/trump/transcript

STRATEGIES AND TACTICS OF DISCREDITATION IN PRE-ELECTION SPEECHES OF DONALD TRUMP

Yelyzaveta Horduna
MA degree student of the Department of English
Faculty of Foreign Languages
Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, Ukraine

Summary. *The article explores the ways in which strategies and tactics of discreditation are implemented in the pre-election speeches of U.S. presidential candidate Donald Trump (2024). The study establishes that Trump's political discourse serves as a vivid example of manipulative and confrontational rhetoric aimed at constructing a negative image of his opponents while reinforcing his own political persona. Particular attention is given to three dominant discreditation tactics — insult, mockery, and accusation — which are analyzed based on authentic speech material. The tactic of accusation is realized through unsubstantiated claims related to immigration, economic instability, and alleged betrayal of national interests. Mockery and personal denigration function as emotional tools that mobilize the electorate by constructing the image of an "external enemy." The article draws on contemporary theoretical approaches in communicative linguistics (F. Batsevych, T. A. van Dijk, O. Danshyna) and offers a comprehensive linguistic analysis of discreditation as it is manifested in American political discourse.*

Keywords: *communicative strategy, communicative tactics, political discourse, pre-election speech, D. Trump.*

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ABSTRACT

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.067

ОБСЯГ ЗНАЧЕННЯ ‘STATE’ В АНГЛІЙСЬКІЙ ТА ‘ДЕРЖАВА’ В УКРАЇНСЬКІЙ ЛЕКСИКОГРАФІЇ

Боярський Павло Сергійович
аспірант кафедри прикладної лінгвістики,
порівняльного мовознавства та перекладу
Український державний університет імені Михайла Драгоманова, Україна

Постановка проблеми. У політичному дискурсі будь-яких часів і країн поняття держави завжди відіграє критичну роль, оскільки є основою упорядкування життя певного періоду розвитку. У цьому зв’язку дослідження концептів, що формують зазначене поняття, та їхніх вербалізаторів потребують уточнення ключових номінацій, тобто базових лексем, які такі концепти об’єктивують у свідомості носіїв певної мови та реалізують безпосередньо в мовленні. Відтак, верифікація значень у сучасних лексикографічних джерелах повинна бути *актуальною* відносно часу проведення розвідки.

Аналіз досліджень та публікацій. З огляду на той факт, що людина є соціальною істотою і живе в суспільстві, вона має дотримуватись правил поведінки, накладених на неї тієї чи тією державою. Отже, держава зазвичай вивчається в межах політичного (правового, юридичного, територіально-адміністративного тощо видів дискурсу). Політичний дискурс та ідеологію досліджував Т. ван Дейк [7], як особливий вид дискурсу його розглядав В. Ригус [1]; витоки концепту STATE вивчав А. Ґардінг [4]. Однак сучасну інтерпретацію поняття *держава* необхідно розпочинати з огляду словникових статей останніх видань (електронних/друкованих).

Метою розвідки є встановлення обсягу значення ‘state’ в англійській та ‘держава’ в українській лексикографії задля подальшого вивчення контекстів цих лексем у документах міжнародних організацій і виявлення специфіки їхнього використання.

Виклад основного матеріалу. В англійських лексикографічних джерелах, таких як Cambridge Dictionary [3], Merriam-Webster Dictionary [5], Oxford Advanced Learner’s Dictionary [6], лексема *state* включає широкий діапазон значень – від 4 [3] до 8 [5]. Серед них: стан (ментальний, емоційний або фізичний, у якому перебуває особа); країна (особливо представлена урядом або як орган політичного суспільства, що контролюється урядом); уряд/ керівництво країни; штат, тобто частина великої країни зі своїм власним/ федеральним урядом; організована політична спільнота, що утворює частину країни; офіційні церемонії, пов’язані з високими урядовцями; стадія/ фаза; соціальне становище; група осіб / особливий клас у суспільстві; політична

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

організація; діяльність уряду країни; територія держави. Зазначимо, що деякі значення є абстрактними, до того ж політичний компонент у значенні може бути вторинним у контекстах соціології, психології або фізики.

Натомість слово *держава* в українських словниках, зокрема у Словнику UA [2], позначає тільки політичну одиницю: влада, керівництво, хоча серед застарілих є ще два значення: маєток, помістя, володіння та міцність. Інші значення, поширені в англійських словниках (наприклад, «стан» або «стан душі»), в українській мові не пов'язані з лексемою «держава».

Висновки та пропозиції. Порівняльний аналіз обсягу значення лексем 'state' в англійській та 'держава' в українській лексикографії виявляє як спільні, так і відмінні риси. Англійська лексична одиниця вживається у широкому контексті, а українська – переважно у правничо-політичному дискурсі. Обидві лексеми позначають політичну/державну одиницю. Однак англійське слово є багатозначним і може мати абстрактні значення, в той час як українській лексемі вони не притаманні. Це пояснюється культурно-семантичним контекстом: англомовна лексика історично розвинула широкий спектр абстрактних словотвірних моделей, тоді як українська політична лексика фокусувалася на чітких правових номінаціях державності та території, а абстрактні значення виражаються іншими лексемами.

У *перспективі* вбачається вивчення контекстів лексем 'state' і 'держава' у документах міжнародних організацій і виявлення специфіки їхнього використання.

Список використаних джерел:

[1] Ригус, В. В. (2015). Політичний дискурс як особливий вид дискурсу. *Наукові записки Національного університету «Острозька академія», Серія «Філологічна»*, 55, 216–218.
[2] *Словник UA* (2025, серпень 18). URL: https://surl.lu/paxweo.
[3] *Cambridge Dictionary* (2025, August 18). https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/state
[4] Harding, A. (1994). The Origins of the Concept of the State. *History of Political Thought*, 15(1), 57–72.
[5] *Merriam-Webster Dictionary* (2025, August 18). https://www.merriam-webster.com/dictionary/state?src=search-dict-box
[6] *Oxford Advanced Learner's Dictionary* (2025, August 18). https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/state_1?q=state
[7] Van Dijk, T. A. (2002). Political discourse and ideology. *Doxa Comunicacion* (Revista interdisciplinar de estudios de comunicacion y ciencias sociales), 1, 207–225. doi:10.31921/doxacom.n1a12

'STATE' AND 'ДЕРЖАВА' MEANINGS SCOPE IN ENGLISH AND UKRAINIAN LEXICOGRAPHY

Pavlo Boiarskyi
post-graduate student in Department of Applied Language Studies,
Comparative Linguistics, and Translation
Mykhailo Dragomanov State University of Ukraine, Ukraine

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ABSTRACT

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.068

САТИРА ЯК ІНСТРУМЕНТ РЕПРЕЗЕНТАЦІЇ КРИЗИ: ПРАГМАТИЧНИЙ АНАЛІЗ БЮДЖЕТНОГО ДИСКУРСУ В ЖУРНАЛІ THE ECONOMIST

Юрчишин Віта Миколаївна
доктор філософії
асистент кафедри англійської філології
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, Україна

Постановка проблеми. У сучасному медійному дискурсі спостерігається тенденція представлення суспільних і економічних криз не лише як технічних чи фінансових проблем, а як політичних «вистав» із елементами гіперболи та гумору. В епоху інформаційного перенасичення для привернення уваги аудиторії медіа дедалі частіше вдаються до розважально-критичних форматів [2, с.206; 5, с. 77]. Сатира, будучи «сучасною переконливою формою гумористичного дискурсу, яка генерує критичне ставлення до людських та суспільних вад» [2, с. 206], слугує одним із ефективних інструментів впливу на громадську думку через розвагу [3, с. 233]. Актуальність теми зумовлена потребою зрозуміти, як саме сатиричні мовні засоби дозволяють репрезентувати бюджетну кризу як гротескне політичне дійство, підкреслюючи його абсурдність в рамках серйозних видань як The Economist.

Аналіз досліджень та публікацій. У лінгвістичних дослідженнях останніх років сатира все частіше аналізується з прагматичних і дискурсивних позицій. Зокрема, П. Сімпсон запропонував модель сатиричного дискурсу, де сатира визначається як тріадична взаємодія між сатириком, об'єктом сатири та реципієнтом з метою вираження критичного ставлення, що супроводжується комічним ефектом [1, с. 8]. Вітчизняні дослідники активно розвивають цей напрямок також. Зокрема, В. Юрчишин показала, що поєднання ехо-висловлення та інконгруентності через стилістичні зв'язки (гра слів, каламбури) підсилює комічний ефект та імпліцитно передає авторську оцінку об'єкта висміювання [4, 6]. Досліджено також мовні техніки, за допомогою яких реалізуються сатиричні інтенції. Такі засоби створюють стилістичну контрастність, висміюючи явище через поєднання непоєднуваного [3].

Мета роботи. Метою роботи є виявити та проаналізувати прагматичні засоби, за допомогою яких сатиричний дискурс переосмислює тему бюджетної кризи, репрезентуючи її як гротескне політико-економічне видовище на

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

матеріалі статті «Big, beautiful budgets: not just an American problem» (The Economist, 2025).

Виклад основного матеріалу. Аналізований матеріал – редакційна стаття в журналі The Economist – присвячений проблемі хронічних бюджетних дефіцитів у розвинених країнах, зокрема в США, Великій Британії, Франції, Німеччині та ін. Незважаючи на серйозну тему, текст побудований у виразно сатиричному тоні. Вже у назві статті відчувається іронічна гра: «Big, beautiful budgets» відсилає до показного стилю політичного слогану, гіперболізуючи позитивні епітети для дефіцитних бюджетів. Автор імітує показну велич політичної риторики – зокрема, у жартівливій назві гіпотетичного закону One Big Beautiful Bill Act, яким Дональд Трамп пропонує багатомільярдні видатки. Ця нарочито пишномовна лексика створює комічний ефект підкресленої грандіозності, виставляючи бюджетні ініціативи як предмет хвастливої гордості популістів. Далі автор переходить до алегоричного зображення фінансової політики через метафору примусового відгодовування гусака. Посилаючись на відомий афоризм Ж. Б. Кольбера про обскубування гусака, щоб він менше шипів “plucking as many feathers from the goose with the least hissing”, стаття проводить контраст: нинішні уряди вже не скубуть гусака – подібно до виробників фуа-гра, вони його відгодовують “Like producers of foie gras, they stuff I”. Така контрастивна структура наочно демонструє зміну підходу: від поміркованості до ненажерливого марнотратства. Сатиричний сенс імпліцитно зрозумілий: держава поводиться як гурман, що перегодовує гуся задля власної вигоди, і це не є природно та загрожує вибухом. Кульмінацією сатиричного фрейму стає фінальний образ, що апелює до здорового глузду читача: «як знає будь-який поціновувач фуа-гра, від перестарання навіть у найжадібнішого гусака може луснути печінка “As any lover of foie gras knows, overfeeding even the greediest goose can cause its liver to explode”. Таким чином, через гротескну метафору автор застерігає, що перенасичення бюджету боргами неминуче призведе до катастрофічних наслідків. Отож, автор імпліцитно натякає на те, що бюджетна криза, зображена в жанрі сатиричного спектаклю, постає не як суто технічна проблема, а як об’єкт осуду та насмішки, що дискредитує політиків-«годувальників». Важливо відзначити, що ефективність такої сатиричної репрезентації значною мірою залежить від обізнаності аудиторії. Автор розраховує на те, що читачі The Economist впізнають алюзії (цитата Кольбера, відсилання до слоганів Трампа) та зрозуміють іронічні перебільшення.

Отже, сатиричні прийоми – від мовної екстравагантності до метафоричного гротеску – виконують прагматичну функцію фреймінгу: вони зміщують ракурс сприйняття бюджетної кризи, акцентуючи її абсурдність і політичну зумовленість.

Висновки та пропозиції. Проведений прагматичний аналіз продемонстрував, що сатира здатна суттєво трансформувати фрейминг складних соціально-економічних тем. На прикладі бюджетного дискурсу в журналі The Economist показано, як через поєднання мовної гіперболи, пародійної величавості та інконгруентних контрастів фінансово-економічна проблема репрезентується як комічна «криза-грандіозне видовище». Сатиричні тропи (гротескні метафори на кшталт перегодованого гусака, перебільшено

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

урочисті назви ініціатив, іронічні коментарі) виконують дві взаємопов'язані функції: з одного боку, вони розважають читача, підвищуючи зацікавленість до теми; з іншого – формують критичне ставлення до безвідповідальної фінансової політики, викриваючи її недолугість у завуальовано-глузливій формі.

Список використаних джерел:

[1] Simpson, P. (2003). On the discourse of satire: Toward a stylistic model of satirical humor. Amsterdam, The Netherlands : John Benjamins Publishing Company.
[2] Юрчишин, В. (2020). Роль контекстуальних ресурсів в інтерпретації сатиричних висловлень у британському медіадискурсі: лінгвопрагматичний підхід. Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія: Філологія, (46(2)), 206–210. https://doi.org/10.32841/2409-1154.2020.46-2.49.
[3] Юрчишин, В. (2021a). Засоби реалізації структурних елементів сатири за методологією П. Сімпсона (на матеріалі британського медіадискурсу). Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Філологія. Журналістика, 32(71), 233–238. https://doi.org/10.32838/2710-4656/2021.1-2/41.
[4] Юрчишин, В. (2021b). Лінгвопрагматичні засоби реалізації сатиричних методів у британському медіадискурсі. Записки з романо-германської філології, (1(46)), 135–143. https://doi.org/10.18524/2307-4604.2021.1(46).234407.
[5] Юрчишин, В. (2021c). Типологія сатиричних інтерпретацій у британському медійному дискурсі. Синопсис: текст, контекст, медіа, 27(2), 77–85. https://doi.org/10.28925/2311-259x.2021.2.6.
[6] Юрчишин, В., & Матіяш-Гнедюк, І. (2024). Дуальна площина сатири в британському медійному дискурсі. Folium, (4), 286–293. https://doi.org/10.32782/folium/2024.4.43.
[7] Big, beautiful budgets: not just an American problem. (2025, June 26). The Economist. Retrieved from https://www.economist.com/ (дата звернення: 04.08.2025).

SATIRE AS CRISIS FRAMING: A PRAGMATIC ANALYSIS OF BUDGET DISCOURSE IN THE ECONOMIST MAGAZINE

Vita Yurchyshyn
PhD in Linguistics,
Teaching Assistant at the Department of English Philology
Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, Ukraine

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.069

ТРАНСФОРМАЦІЯ ТЕРМІНОЛОГІЧНОЇ ЛЕКСИКИ В ХУДОЖНЬОМУ ДИСКУРСІ: ВІД НАУКОВОЇ ТОЧНОСТІ ДО ЕСТЕТИЧНОЇ ВИРАЗНОСТІ

Павлюк Ірина Богданівна
канд. філол. наук, доцент,
доцент кафедри англійської філології
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, Україна

Постановка проблеми. У лінгвістичних дослідженнях останніх десятиліть особливої актуальності набуває вивчення міждискурсивних зв'язків, зокрема, активне проникнення лексичних одиниць, традиційно закріплених за науково-технічною сферою, у тканину художнього тексту. Якщо в науковому дискурсі терміни виконують передусім номінативну та інформативну функції, забезпечуючи точність і однозначність передачі знань, то в художньому творі їхнє функціональне навантаження значно розширюється.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю комплексного осмислення ролі термінів як динамічних мовних утворень, здатних адаптуватися до специфіки різних комунікативних ситуацій. Особливу увагу привертає здатність термінологічних одиниць набувати нових стилістичних характеристик, що дозволяє авторам художніх творів використовувати їх як потужний засіб художньої виразності та засіб реалізації естетичної функції мови.

Аналіз досліджень та публікацій. З сучасних українських науковців значний внесок у дослідження цієї проблематики зробила О. Дроздовська [1], яка в своїх працях детально аналізує особливості використання наукової термінології у художньому тексті, виділяючи основні типи структурно-семантичних трансформацій термінів. Дослідниця обґрунтовує думку про те, що терміни в художньому контексті не просто зберігають свою денотативну основу, але й набувають додаткових конотативних смислів, які значно збагачують художню тканину твору.

Експресивний потенціал термінологічної лексики в сучасній українській прозі ґрунтовно досліджує І. Ковальська [2]. Науковець аргументовано доводить, що терміни в художньому дискурсі виступають не лише засобом номінації реалій, але й потужним інструментом створення емоційного напруження, іронічного ефекту та стилістичного контрасту. Особливої уваги заслуговують висновки дослідниці щодо ролі термінів у формуванні індивідуально-авторського стилю письменника.

Процеси метафоризації науково-технічних термінів у художньому дискурсі глибоко аналізує П. Селігей [3]. Його дослідження розкривають складні

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

механізми семантичних трансформацій, завдяки яким терміни набувають здатності функціонувати як повноцінні художні образи.

Л. Шевченко [4] у своїх працях розглядає терміни як засіб характеротворення персонажа у художньому тексті, наголошуючи на їхній здатності відображати професійну належність, освітній рівень та соціальний статус героїв літературних творів.

Попри значну кількість досліджень у цій галузі, потребують подальшого вивчення питання комплексного аналізу всіх аспектів функціонування термінів у художніх творах, зокрема їхня роль у реалізації авторської інтенції та створенні цілісної художньої картини світу. Невирішеними залишаються також питання типології функцій термінів у різних жанрах художньої літератури та особливості їхнього сприйняття читацькою аудиторією..

Метою дослідження є аналіз особливостей функціонування термінологічної лексики в художніх творах, що передбачає виявлення їхніх структурно-семантичних трансформацій, розгляд функціональної специфіки та визначення ролі у реалізації авторської інтенції.

Поставлена мета передбачає розв'язання наступних завдань: з'ясувати специфіку структурно-семантичних модифікацій термінів у художньому контексті; систематизувати функції термінологічних одиниць у художньому дискурсі; проаналізувати механізми реалізації авторської інтенції через використання термінологічної лексики; визначити роль термінів у створенні художньої цілісності твору та формуванні його естетичного впливу на читача.

Виклад основного матеріалу. Аналіз формальних адаптацій термінів свідчить про їхню високу адаптивність до специфіки художнього дискурсу. Найчастіше спостерігаються зміни морфологічної будови термінів, зокрема утворення складних слів, які поєднують термінологічний компонент з емоційно забарвленими елементами. Наприклад, у творах наукової фантастики часто зустрічаються новоутворення на кшталт "cyber consciousness", "bioimplant", "nanogenetics", які, зберігаючи зв'язок із відповідними науковими галузями, набувають художньої виразності завдяки контекстуальному оточенню.

Розширення синтаксичної сполучуваності термінів у художньому тексті проявляється в їхній участі у нетипових для наукового стилю конструкціях. Терміни можуть поєднуватися з дієсловами емоційного стану ("suffer from the consciousness arrhythmia"), прикметниками оцінного характеру ("violent diagnosis"), входити до складу порівнянь та метафор ("thoughts circulated like blood in the veins").

Особливо цікавими є процеси взаємодії між загальновживаною та термінологічною лексикою. Термінологізація звичайних слів відбувається тоді, коли автор прагне створити специфічну атмосферу професійного середовища або надати тексту наукової достовірності. Зворотний процес – детермінологізація – спостерігається, коли терміни втрачають свою сувору наукову однозначність, набуваючи метафоричних або метонімічних значень.

Метафоричний потенціал термінів виявляється у їхній здатності створювати несподівані художні образи [3]. Медичні терміни можуть використовуватися для опису соціальних явищ ("diagnose the disease of society"), технічні – для характеристики психологічних станів ("reboot your mind"),

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

біологічні – для зображення міжлюдських стосунків (“symbiosis of souls”). Ці процеси демонструють здатність термінів виходити за межі своєї первинної референції, стаючи елементами образної системи твору.

Функціональний репертуар термінів у художньому тексті значно ширший, ніж у науковому дискурсі. Окрім традиційних номінативної та інформативної функцій, терміни виконують низку специфічних завдань, пов’язаних із художньою природою твору.

Стилістична функція термінів полягає у створенні певного колориту, ефекту незвичності або контрасту. Використання медичної термінології в любовній лірици, технічних термінів у пейзажних описах, юридичної лексики в побутових сценах створює стилістичне напруження, яке посилює художній ефект [2].

Характерологічна функція термінів виявляється у їхній здатності вказувати на професійну належність, рівень освіченості, соціальний статус персонажа. Мова лікаря, насичена медичною термінологією, відрізняється від мовлення інженера чи юриста не лише набором спеціальних слів, але й особливостями їхнього використання, що дозволяє читачеві створити уявлення про героя ще до його детального опису.

Функція створення ефекту автентичності особливо важлива при зображенні професійного середовища або наукових досліджень. Точне використання фахової термінології переконує читача в компетентності автора та достовірності зображуваних подій. Водночас надмірне нагромадження термінів може призвести до зворотного ефекту, ускладнюючи сприйняття тексту.

Експресивна функція термінів реалізується через їхнє несподіване поєднання з емоційно забарвленою лексикою або використання в іронічному контексті. Терміни можуть набувати позитивної або негативної конотації залежно від авторського ставлення до зображуваних явищ.

Терміни відіграють важливу роль у формуванні часопросторової картини твору. Застарілі терміни допомагають відтворити атмосферу минулих епох, а неологізми створюють ефект футуристичності. Специфічна термінологія може вказувати на географічну локалізацію подій або культурне середовище.

Свідомий вибір та майстерне використання термінів автором є одним із засобів вираження власного світогляду, ставлення до зображуваних подій, персонажів та проблем, що порушуються у творі. Автор може використовувати терміни для створення іронічного ефекту, критичного ставлення до псевдонаукових теорій, захоплення технічними досягненнями або, навпаки, застереження від надмірної технократизації суспільства.

Терміни сприяють розкриттю внутрішніх та зовнішніх конфліктів твору. Конфлікт між гуманітарним та технократичним світоглядом може виражатися через протиставлення емоційно забарвленої лексики та холодної наукової термінології. Внутрішній конфлікт персонажа може передаватися через невідповідність між його професійною термінологією та особистісними переживаннями [4].

Використання термінів дозволяє автору створити глибшу характеристику персонажів. Професійна деформація героя може виявлятися в надмірному

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

вживанні фахової лексики в побутових ситуаціях, а криза професійної ідентичності – у відмові від використання звичної термінології.

Терміни також відображають соціально-культурний контекст епохи. Домінування певних терміносфер у творі може вказувати на пріоритетні сфери суспільного розвитку, актуальні проблеми часу, рівень технічного прогресу. Таким чином, авторська майстерність у використанні термінів значною мірою визначає естетичний вплив твору на читача та його здатність відображати дух епохи.

Висновки. Функціонування термінів у художніх творах є складним і багатоаспектним лінгвістичним явищем. На відміну від наукового дискурсу, де терміни прагнуть до моносемічності та точності, у художньому тексті вони демонструють значну гнучкість, набуваючи додаткових конотативних, стилістичних та образних значень. Їхні структурні модифікації, активне включення до різноманітних художніх прийомів та контекстуальне переосмислення відкривають широкі можливості для реалізації авторської інтенції, створення неповторної атмосфери твору та емоційного впливу на читача.

Список використаних джерел:

[1] Дроздовська, О. (2018). Функціонування наукової термінології у художньому тексті. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Філологія»*, 79, 102-108.
[2] Ковальська, І. П. (2020). Експресивний потенціал термінологічної лексики в сучасній українській прозі. *Наукові записки Національного університету «Острозька академія». Серія «Філологія»*, 10, 155-159.
[3] Селігей, П. О. (2013). Метафоризація науково-технічних термінів у художньому дискурсі. *Лінгвістичні студії*, 27, 210-215.
[4] Шевченко, Л. Т. (2019). Терміни як засіб характеротворення персонажа у художньому тексті. *Мова і культура*, 15, 87-92.

TRANSFORMATION OF TERMINOLOGY IN LITERARY DISCOURSE: FROM SCIENTIFIC PRECISION TO AESTHETIC EXPRESSIVENESS

Pavliuk Iryna Bogdanivna
PhD in Philology, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of English Philology
Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, Ivano-Frankivsk, Ukraine

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ARTICLE

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.070

УКРАЇНСЬКИЙ МОДЕРНІЗМ: ПРОБЛЕМА ВИТОКІВ (ВІД РОМАНТИЗМУ ДО ЕКЗИСТЕНЦІАЛІЗМУ)

Шморгун Олександра Олександрівна
кандидат філософських наук, старший науковий співробітник
Центр гуманітарної освіти НАН України, Україна

Анотація. *В статті досліджується феномен українського модернізму, насамперед у його нерозривному зв'язку з романтичною парадигмою. Показано, що «національна ідея» як вона трактується у романтизмі, принципово відмінна за своїм світоглядним змістом від національної ідеї економічної нації, побудованої на засадах трудової «протестантської етики», що бере витоки у добі Відродження. За доби Романтизму виникає феномен екзистенційного патріотизму – глибоко особистісного переживання емоційної близькості з рідною землею, як одного з вимірів сенсу буття, що через низку обставин май найбільші шанси розвинутися в країнах, національне об'єднання яких відбувалося із запізненням, таких як Німеччина, Україна тощо. В статті доведено, що саме цей принципово новий світоглядний вимір буття, пов'язаний із стадіально вищим ступенем осмислення людиною своєї власної природи слід вважати ключовим і для так званої «філософії модернізму», в основі якої лежить екзистенційна проблематика і саме безпосередня належність українського модернізму до «витоків» згаданого екзистенційого патріотизму, є незаперечною підставою для висновку про його світоглядну зрілість та часто-густо випереджаючи характер по відношенню до аналогічних процесів у Європі та світі.*

Ключові слова: *український модернізм; романтизм; нація; національна ідея; патріотизм; екзистенціалізм.*

Феномен українського модернізму наразі знаходиться у полі пильної уваги дослідників, його намагаються осмислити літературознавці, культурологи, філософи, не в останню чергу прагнучи через нього нарешті «вписати» Україну у європейський та світовий простір культури, із якого вона «випала» на сім десятиліть панування колоніальної радянської влади.

Піонеркою досліджень українського модернізму виступила С.Павличко, видавши ґрунтовну монографію «Дискурс модернізму в українській літературі» ще у 90-х роках минулого століття, так би мовити, «на світанку» української незалежності. Цю працю безперечно можна вважати точкою відліку у подальших дослідженнях українського модернізму. Щоправда, висновок, який робить дослідниця вцілому невтішний з точки зору того самого «вписування» України у європейський контекст: український модернізм, по суті, так і не відбувся, не зміг подолати народницькі та україноофільській стереотипи, що на думку дослідниці, головним чином походять від світосприйняття доби

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Романтизму, ні на початку минулого століття, ні в 20-х, ні в 30-х роках. Саме у Романтизмі народжується так звана «національна ідея», що, як підкреслює С.Павличко, виражалась у формулі «мова-держава-нація-народ», якій мала служити українська інтелігенція, формулюючи свою місію більшою мірою як «просвітницьку», аніж мистецьку і саме цей неподоланий або навіть неподоланний архетип так і не дозволив, попри жорстку критику митцями модернізму ідеалів Романтизму, українському модернізмові вийти поза межі провінційної «містечковості» і досягти справжніх художніх висот незаангажованого мистецтва [10].

Натомість, інша відома дослідниця, Т.Гундорова, у монографії «ПроЯвлення слова: Дискурсія раннього українського модернізму» займає швидше апологетичну позицію на засадах постмодерної методології, якою вона послуговується в своєму дослідженні, зазначаючи, що модернізм з вираженим національним (або навіть націоналістичним) спрямуванням, який мав місце в Україні, також має право на існування в ряду інших різновидів модернізму (або «модернізмів»), що взагалі важко піддаються будь-якій класифікації [5]. Загалом подальші дослідження здійснювалися вцілому під гаслом «виправдання» українського модернізму саме як виразно українського, себто такого, що має яскраві національні риси, зокрема, можна звернути увагу на дослідження Л.Демської-Будзуляк «Драма свободи в модернізмі: Пророчі голоси драматургії Лесі Українки», М.Наєнка «Франко: тяжіння до модернізму», В.Агєєвої «Апологія модерну. Обрис XX віку».

Втім, всі дослідники так чи інакше відзначають обережне, дистанційоване ставлення до модернізму «класиків» української літератури, насамперед І.Франка та Лесі Українки, яке, на їхню думку, продиктоване, чи то страхом «класиків» випасти із загально-прийнятої народницько-просвітницької традиції, що могло бути потрактоване як «зрада» національним ідеалам, чи то впринципі їх недостатня готовність до «оновлення» в дусі ідеалів модернізму.

Дещо осторонь стоїть О.Забужко зі своєю філософсько-літературознавчою «трилогією» («Філософія української ідеї та європейський контекст: Франківський період», «Шевченків міф України: Спроба філософського аналізу», «Notre Dame d'Ukraine: Українка в конфлікті міфологій»), в якій вона займає виражену антимодерністську позицію апелюючи до української шляхетської культури, що, на її думку, бере витоки ще у середньовічному лицарстві, як єдино можливої релігійної альтернативи в секулярну добу [7]. Однак, подібний підхід є глибоко хибним, як ми побачимо далі.

Так чи інакше, виникає запитання: чи дійсно вищезгаданий органічний зв'язок із романтичною традицією виявися тим гальмом, яке не дало розвинутись і набрати обертів українському модернізму і чи справді «зараженість» національною ідеєю суперечила магістральним шляхам розвитку європейської культури наприкінці XIX – на початку XX століття?

Відповідь на це питання лежить в площині перетину теорії етнонаціогенезу, що є предметом націології, та загальної культур-філософської концепції модернізму. Однак проблема полягає тому, що на сьогоднішній день не існує ані загальноприйнятої теорії етнонаціогенезу, ані концепції модернізму.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Більше того, навіть суто хронологічно представники школи модернізму в націології послуговуються більш широким історичним визначенням доби Модерну, що бере витоки фактично ще у феномені Відродження. Саме в той час стрімкий розвиток капіталістичних відносин та посилення ролі держави «запускає», на думку націологів-модерністів, процеси формування сучасної нації. Відповідно, окрім становлення економічних ринків, на виникнення нації впливають такі явища, як винайдення технології масового друку, що породило нові можливості комунікації між людьми, поява нових професій, стандартизація навчання і таке інше. Однак, з точки зору модерністського підходу виникають складнощі з поясненням процесів європейського націєтворення доби «Весни народів», коли мистецька еліта молодих європейських націй самотужки творила власну національну культуру, в тому числі й літературну національну мову, а то й взагалі ставала на чолі національно-визвольних рухів (загадаймо, наприклад, Ш.Петефі, А.Міцкевича або Т.Шевченка, котрий, як відомо, був ідейним натхненником Кирило-Мефодіївського товариства). Парадоксально, але у більшості передових європейських країн капіталізм на той час уже вступив в свою найбільш технологічно розвинену і одночасно світоглядно непродуктивну фазу, блискучим свідченням чого, наприклад, є тогочасні романи Ч.Діккенса та В.Теккерея, що прагнули зробити реалістичний зріз соціального життя Англії, однієї з найрозвиненіших капіталістичних країн.

Що ж до примордіалістської школи вивчення націй, то вона значною мірою опонує модерністам, виходячи з переконання, що певні прототипи націй, і, відповідно, націоналізму, існували від самого початку людства. Однак, головна хиба такого підходу, насамперед, у неправомірному ототожненні національного та етнічного в той час, як виникнення етносів (Середні віки) та сучасних політичних націй (Новий час) зовсім не є одночасними історичними подіями.

Потрібно виділити також напрямок етносимволізму, що, насамперед, в особі Е.Сміта намагається певним чином поєднати обидва згадані підходи, але насправді іще більше заплутує проблему. Говорячи про те, що у виникненні національної свідомості, поруч з економікою, не меншу мобілізуючу роль відіграють такі емпіричні сутності як «історична традиція», «пам'ять», «міфи», механізми виникнення і функціонування яких залишаються непроясненими, етносимволісти мимоволі ллють воду на млин найбільш екстремістських тоталітарно-нацистських ідеологій, які, як відомо, теж апелюють до архаїки «національного міфу», «крові та ґрунту» тощо, тим іще більше дискредитуючи поняття націоналізму як такого.

У якості альтернативного підходу у цій досить термінологічно та методологічно невизначеній ситуації, ми пропонуємо звернутися до варіанту теорії етнонаціогенезу, запропонованої відомим українським дослідником етнонаціональних процесів, О.Шморгуном, що дозволяє, на нашу думку, уникнути слабких місць попередніх підходів. В основі підходу О.Шморгуна лежить гіпотеза про нерозривність зв’язку онто-, соціо- та етнонаціогенезу. Таким чином, людство в процесі свого історичного розвитку проходить ряд стадій, кожна з яких характеризується свого роду «світоглядним стрибком» або переходом до якісно нового розуміння людиною самої себе, осмислення

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

власної природи, і, відповідно, пошуком нею нових форм суспільної організації адекватних цьому новому баченню, що породжує нову, якісно відмінну від попередньої, форму національної ідентичності [18].

Так, етнос формується за доби Середньовіччя і мислиться спільнотою як продукт діяльності попередніх поколінь, в якому людина знаходить себе від народження й ідентифікуючи себе з ним, одночасно немовби розчиняється в ньому. Адже, як зазначає відомий історик та культуролог Л.Баткін, Середні віки ще не знають проблеми авторства і навіть не мають потреби в ньому, наприклад, собор – велична архітектурна споруда, що є головним матеріальним осередком середньовічної духовності, – сприймається як сукупний анонімний культурний здобуток [3]. Причому, на думку О.Шморгуна, принципово важливо, що в основі культурних матриць середньовічних етносів лежать вищі релігії, для Європи, насамперед – християнство.

Разом з тим, саме доба Відродження знаменує собою поворот до якісно нового погляду на людину як індивідуальність – Автора в широкому сенсі, – і як творця художніх цінностей, і як творця своєї власної долі. І саме цей світоглядний поворот є головною передумовою для становлення модерної економічної та політичної нації, побудованої на засадах вільного ринку, коли кожен громадянин виступаючи одночасно в ролі і споживача, і виробника, відчуває свою безпосередню причетність до нового типу суспільних відносин.

Однак, не дивлячись на значне зростання атеїстичних тенденцій, особливо за доби Пізнього Відродження, які, зокрема, переконливо описує Я.Буркхардт [4], в цілому тогочасне суспільство ще було не готове до засвоєння і переживання на масовому рівні цілковитої особистої свободи вибору, відсутності будь-яких моральних критеріїв, окрім вироблених власне самою людиною, тобто тих світоглядних пертурбацій, які тягне за собою остаточна відмова від Вищого Авторитету.

Саме тому, ренесансний гуманістичний ідеал Боголюдини – як образу і подоби Творця, так само як і Він, наділеної здатністю творити, оволодіваючи широкими масами, поступово трансформується в реформаційний ідеал людини-богообраної, паралельно набуваючи національного забарвлення (згадаймо перший в історії людства переклад Бібілії німецькою, зроблений М.Лютером та вимогу богослужіння національною мовою, що потяг за собою аналогічні процеси в інших національних спільнотах) і, одночасно, стають фундаментом «протестантської етики», коли людина, іще не будучи здатною повністю відмовитись від авторитету Бога, немовби виносить його «за дужки» свого приватного життя: не духовна медитація, самозаглиблення піст і молитва, а лише позитивний результат активної діяльності в земному житті здатні засвідчити на користь напередвизначеної Богом належності до царства обраних.

І нарешті, за доби Романтизму відбувається новий якісний стрибок в осмисленні людиною своєї власної природи, на цей раз спрямований до остаточного усвідомлення нею меж власної свободи поза будь-яким вищим авторитетом. Не зважаючи на те, що існує традиція, почасти породжена самими філософами екзистенціалістами, вбачати витоки екзистенційної філософії іще в «cogito» Р.Декарта або «мислячому очереті» Б.Паскаля, по суті, лише за доби

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Романтизму можна говорити про виникнення власне екзистенційної проблематики, породженої самотністю та безпомічністю людини у трагічному самоусвідомленні себе як смертної істоти і в той же час єдиної істоти на Землі, котра усвідомлює власну смертність. Так, людина може обрати шлях «духовного спасіння» через єднання з Вищою Істотою, але, на відміну від Середніх віків, коли вона народжувалась і помирала, так би мовити, «в лоні церкви», за доби Романтизму звернення до Бога може стати лише результатом свідомого глибоко особистісного вибору, духовним актом, що вимагає власних зусиль, своєрідним к'єкегорівським «стрибком у віру». Цю ситуацію, пізніше дуже влучно афористично сформулює Ж.-П.Сартр у своїй програмній лекції «Екзистенціалізм – це гуманізм»: «… навіть якби бог існував, це нічого б не змінило… Людина має віднайти себе і переконатися, що нічого не може її врятувати від самої себе, навіть достовірний доказ існування бога» [9, с. 344]. Отже, людина опиняється віч-на-віч із порожнім, німим і бездушним Всесвітом, в якому вона, і тільки вона, кожного разу має для себе вирішувати робити чи не робити їй предметом беззастерженої віри якісь Вищі Авторитети, як божественні, так і людські, обирати якусь «релігію» чи не обирати жодної, гостро усвідомлюючи при цьому невідворотність власної смерті, що породжує невикорінну трагічність «людської ситуації» або «людського жеребу» (термін А.Мальро). Це згодом спонукає філософів екзистенціалістів переосмислити традиційну для німецької класичної філософії категорію «буття» у принципово новій якості – як людського буття, яке завжди є «буттям-до-смерті» (М. Гайдеггер).

Трагічна дихотомія між «вічністю» духовних здобутків людини та «миттєвістю», за мірками Всесвіту, її тілесного існування, породжує характерні лише для людини специфічні «екзистеннційні потреби», блискуче описані основоположником гуманістичного психоаналізу Е.Фроммом. Ці потреби неможливо реалізувати поза соціальними зв'язками, вони з необхідністю потребують від людини виходу «за власні межі», адже лише у братерському єднанні з іншими людьми на засадах взаємної любові і відповідальності, вони можуть бути реалізовані [12, с. 443-482].

Найголовнішою серед екзистенційних потреб, за Е.Фроммом, є потреба у системі орієнтації та об'єкті самовіддачі. Ця потреба ніби вбирає в себе всі інші екзистенційні потреби, адже система орієнтації є головною світоглядною та смисложиттєвою базою людини і від того, будується вона на раціональних чи ірраціональних засадах, буде залежати ступінь продуктивності реалізації всіх інших екзистенційних потреб. Втім, раціональне в розумінні Е.Фромма не слід плутати з раціоналістичним. Розум для Е.Фромма є своєрідною квінтесенцію розвитку всіх сутнісних сил людини, того що власне робить її «людиною розумною». Однак, не може бути розумною людина не емоційна, не любляча, не здатна до глибокого переживання природи і мистецтва, позбавлена чітко виражених бажань, прагнень та вольових устремлінь. Отже, розум з необхідністю включає в себе і те, що сьогодні прийнято визначати, як емоційний інтелект, і вольові характеристики, й у фроммівській концепції протистоїть інтелекту, як насамперед суто інструментальній та алгоритмізованій здатності до задоволення своїх життєвих потреб за допомогою різного роду практик та знарядь, яка, на думку психоаналітика, в

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

певній мірі може бути притаманна і вищим тваринам. З такого трактування розумності людини випливає і необхідність доповнення картини світу об'єктом емоційної самовіддачі, адже, як не стомлюється наголошувати Е.Фромм, людина живе всім тілом.

Іншим важливим аспектом цієї проблеми є те, що за аналогією з відомим афоризмом Ж.-П.Сартра, про те, що людина приречена робити вибір, і навіть відмовляючись від вибору, вона щось обирає, згідно Е.Фромму, людина в принципі не може не жити без певної системи цінностей, системи орієнтації, звіряючись з якою, вона вибудовує своє життя, відповідно, якщо в силу недостатньо гармонійного розвитку особистості, ступеню її зрілості, картина світу не може бути раціональною та гуманістичною, вона з необхідністю скочується до більш примітивних форм групових або кланових «цінностей» і відповідних їм об'єктів поклоніння. Людина завжди буде шукати і знаходити соціальні угрупування, що дадуть їй змогу відчути свою «причетність», навіть якщо це буде не братерське єднання, а «стадна ідентичність» натовпу, інакше її психіка просто зруйнується.

В залежності від раціональності або ірраціональності самої картини світу та системи орієнтації цей об'єкт самовіддачі може перетворюватись на свого роду ідола чи кумира, поклоніння якому супроводжується некритичною вірою та сліпою покорою, або може набувати обрисів духовного вчителя, який є авторитетом та прикладом для наслідування і зовсім не обов'язково має мати якесь надприродне божественне походження. Іще раз наголосимо на тому, що вся система орієнтації не голий теоретичний конструкт, вона повинна в буквальному сенсі пере-живатись або про-живатись людиною протягом життя, тому вона з необхідністю має містити в собі художні, естетичні компоненти, починаючи від народних пісень і закінчуючи творчими продуктами сучасного мистецтва, через які і завдяки яким тільки і може здійснюватись емоційне як індивідуальне, так і колективне переживання.

Саме таким об'єктом духовного служіння та емоційного братерського єднання за доби Романтизму стає образ Батьківщини, що, на думку О.Шморгуна, породжує принципово новий тип націоналізму, який найбільш влучно можна було б описати як «екзистенційний патріотизмом», що формується на засадах глибоко особистісного переживання рідної землі та корелює з неповторністю власної особистості. Нову духовну картину світу (або в термінології Е.Фромма, «систему орієнтації»), в центрі якої стоїть служіння Батьківщині, творить національна інтелігенція, – специфічний соціальний прошарок, що також остаточно формується тільки за доби Романтизму і, на думку видатного соціолога та філософа К.Мангейма, є соціальним та політичним носієм особливого «динамічного» світоглядного синтезу. Причому К.Мангейм наголошує на особливому соціальному статусі інтелігенції, необхідному їй для виконання свого призначення. Зокрема, він зазначає, що «...постійно експериментуючу, таку, що розвиває в собі гостру соціальну сприйнятливість, направлену на динаміку і цілісність позицію може займати не клас, що знаходиться в деякому середньому положенні, а лише той прошарок, який порівняно мало пов'язаний з будь-яким класом і не має занадто міцних соціальних коренів. ...Таким прошарком, що не має міцного положення,

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

відносно мало пов'язаним із будь-яким класом є (за термінологією Альфреда Вебера) соціально вільно ширяюча інтелігенція» [8, с.132].

Причому, у пошуках нових моделей соціальних стосунків, які ще знаходяться в зародку, представники інтелігенції часто апелюють до «старовини», «нового середньовіччя», ніби віднаходячи в ньому оптимальні соціальні моделі майбутнього. Однак, важливо пам'ятати, що таке ототожнення принципово нових романтичних ідей зі старовиною, зокрема середньовіччям є лише позірним, відбувається за принципом «наливання нового вина в старі міхи», згадаймо повість «Захар Беркут» І.Франка, що є класичним зразком цього явища.

Втім, дуже важливо наголосити, що цим тенденціям доби Романтизму доводилося розвиватися на тлі капіталістичних відносин, що вже давно перейшли від трудового ідеалу протестантської етики до неконтрольованого збагачення згідно знаменитої формули про те, що не існує такого злочину, на який не піде капіталіст заради 300% прибутку. Це зумовило розкол, духовну надломленість Романтизму від самого початку його існування, впадання його у реакційність у намаганні протистояти бюргерсько-торгашеській стихії (яку пізніше М.Гайдеггер влучно називатиме – das Man), зокрема, в тому числі, якраз уже буквального розуміння зв'язку із «землею і кров'ю», як певної містичної запоруки національної могутності, тобто, відкату уже навіть не до релігійних, а до архаїчно-міфологічних вірувань. (Саме тому, буквальне розуміння української культури як середньовічно-шляхетської, яке пропонує О.Забужко, є не лише неконструктивним, а й небезпечним, з точки зору скочування у містично-тоталітарний світогляд).

Ця роздвоєність між екзистенційно-патріотичним та містично-міфологічним реакційним началом стає згодом і головною світоглядною колізією модернізму, саме в ній полягає розгадка і пояснення таких його, на перший погляд, химерних виявів як «реакційний модернізм», «консервативна революція», «високотехнологічний романтизм». Всі вони були спробою, так би мовити, самооновлення модернізму, подолання не стільки самого Романтизму, скільки його реакційних проявів про що, зокрема, свідчить і виникнення в межах модернізму течії нео-романтизму. (Як відомо, до представників «ново-романтизму» зараховувала себе і Леся Українка).

Варто зазначити, що чи не найбільший прояв всі згадані явища знайшли в Німеччині, й можна без перебільшення твердити, що саме вони стали базисом для виникнення там філософії екзистенціалізму, що у німецький, гайдеггерівській його версії набуває вираженого екзистенційно-патріотичного забарвлення. Симптоматично також і те, що Е.Фромм, у своїй написаній уже у 50-х роках минулого століття програмній праці «Здорове суспільство», звертаючись до понять «колективного мистецтва» та «світського ритуалу» як необхідних складових «здорового суспільства», зазначає: «Найбільш оригінально та глибоко колективне мистецтво та ритуал дістали прояв в русі німецької молоді, розквіт, якого припадає на роки до Першої світової війни та після неї» [1, p. 382]. Справді, вчитаємося в основний постулат німецького молодіжного руху, сформульований 1913 року: «Молодь вільної Німеччини хоче сама визначати своє життя – відповідально і за власним вибором і так, щоб

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

кожен залишався чесним перед самим собою» [14, с. 129]. Пізніше цей постулат розвине до рівня глибокої філософської саморефлексії молодий М.Гайдеггер у своїх листах до Е.Блохман, написаних 1919 року: «Наше духовне життя має знову стати воістину реальним – має набути потуги, народженої особистісним началом… і проявитися як істинна сила ця потуга може тільки в простоті, а ніяк не в чомусь такому, що несе на собі печатку марнославства, декадансу або силування… Нове життя, яке ми хочемо або яке хоче виразити себе через нас, відмовилося бути універсальним, тобто неподільним і пласким, його володіння – це первозданність, не те, що штучно сконструйовано, а очевидність тотальної інтуїції… Ми повинні навчитися терпляче чекати настання моментів напруженої інтенсивності наповненої сенсом життя… осягаюче оволодіння самим собою буває істинним тільки тоді, коли воно дійсно переживається, тобто є не тільки осягненням, а, одночасно, і буттям» [14, с. 130-132]. Отже, уже тут ми бачимо, характерну для філософії екзистенціалізму категорію «буття», яка поєднує в собі одночасно специфічний спосіб буття (істинної екзистенції як такої, що протистоїть безликому загалу das Man) та його сенс (ті самі «моменти напруженої інтенсивності наповненої сенсом життя»). Обидва ці виміри розкриваються для М.Гайдеггера на тлі екзистенційного переживання рідної землі, про що він неодноразово згадує в своїй творчості (досить згадати програмне есе «Творчий ландшафт: Чому ми залишаємось у провінції?») й про що незаперечно свідчить сам спосіб життя видатного філософа.

Потрібно одразу наголосити, що цей екзистенційний патріотизм в усіх своїх вимірах дуже близький саме тим характерним національним вимірам українського модернізму, про які говорять усі його дослідники. Концепція «чесності з собою» молодого В.Винниченка перегукується з аналогічними ідеалами німецького молодіжного руху. Близькість до живого, інтуїтивно схопленого життя, яке саме і має найперше відбиватися у творчості та екзистенційний індивідуалізм, протистояння митця бюргерській стихії характерний для естетичної позиції М.Євшана. (Варто також відзначити, що весь і досі в нас малодосліджений творчий спадок М.Євшана вказує на його велику спорідненість з етикою та естетикою раннього німецького екзистенціалізму, на спільність його прагнення відділити справжній модернізм від псевдо-модернізму, «модернізму» в лапках, з аналогічними тенденціями в Німеччині, особливо після Першої світової війни, що, безумовно, потребує окремого глибокого дослідження).

Разом з тим, поруч із екзистенцією у вимірі присутності, «тут-буття» або Dasein, існує й інший її вимір, який М.Гайдеггер (а слідом за ним і Ж.-П.Сартр) називає «закинутістю». Адже, людина не може обирати мову, яку чує з народження, колискові пісні, що їй їх співає мати, вона «кинута» в народ, від народження належить до історії, традицій і культури цього народу. М.Гайдеггер називає «долею» таку включеність індивідуальної присутності у спільність народу. Однак, не може стати «обранцем» долі той, хто сам її не обрав. «Присутність тільки тому може бути зачеплена ударами долі, що в основі свого буття вона є в характеризованому смислі доля… Доля не виникає вперше лише через зіткнення обставин та пригод. Нерішучого теж, іще більше, ніж того, що зробив вибір, жбурляють вони, і всеодно він нездатний «володіти» ніякою

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

долею (курсив автора. – *О.Ш.*)» [16, с. 384], – наголошує М.Гайдеггер. Отже, мова йде про те, щоб іще раз, уже свідомо, здійснити екзистенційний вибір Батьківщини, даної тобі від народження, як власної долі, як присутності, «в якій вона… *передає* себе собі самій в успадкованій, але всеодно обраній можливості (курсив автора. – *О.Ш.*)» [16, с. 384]. і тільки у такому виборі можливе, на думку М.Гайдеггера, виникнення народу як особливої історичної спільності.

Пізніше, під час Другої світової війни, тему національності як одного із значень, які людина відкриває як свої уже будучи в світі [13, с. 517] підхопить уже Ж.-П.Сартр («Буття і ніщо» якого написане під значним впливом «Буття і часу» М.Гайдеггера). «Належність до людського роду визначається використанням засобів дуже елементарних і вельми загальних: вміти ходити, брати… вміти говорити… Але цими засобами ми не володіємо в їх абстрактній та універсальній формі. Вміти говорити – це не значить вміти називати та розуміти слова взагалі. Це значить вміти говорити певною мовою і цим виявляти свою приналежність до людства на рівні національної спільноти» [13, с. 519-520]. Ж.-П.Сартр наголошує, що справа не тільки в тому, щоб зафіксувати факт своєї приналежності до певної національності як емпіричну данність, а в тому щоб «обрати» його, інтеріоризувати, зробити його частиною своєї свободи, тобто «вільного-буття-для…». Таким чином «Існує проекція себе до «остаточного», яке, тим самим інтеріоризуючись, стає тематичним смислом поза досяжністю ієрархічних можливостей. Можна «бути-щоб-бути-французом»…» [13, с. 536]. Як тут не згадати слова молодої Лесі Українки з її листа до дядька М.Драгоманова від 17 березня 1891 року: «ми відкинули назву «україно́філи», а звемось просто українці», яка передає атмосферу світоглядного становлення тогочасної молодої української інтелігенції, яка свідомо «брала на себе» свою національність, робила екзистенційний вибір «бути-щоб-бути-українцем».

Як відомо, під час Другої світової війни саме французькому екзистенціалізму судилося стати своєрідною філософією національного спротиву. Однак, ця «філософія» в жодному разі не зводилась до суто абстрактного теоретизування. Як справедливо зазначає дослідник Е.Соловйов, «основна екзистенціалістська установка склалася у французькій культурі тих років самостійно та стихійно: часто-густо вона формулювалася людьми, далекими від філософії» [15, с. 309] і діставала виразний прояв у мистецтві, вершиною якого можна без перебільшення назвати повість А. де Сент-Екзюпері «Пілот війни». Саме в ній знаходимо рядки, які нині вже стали хрестоматійними: «Прийшов час, як оце зараз, коли я більше не розумію моєї країни. Країна – це не сума земель, звичаїв, матеріальних предметів, які завжди може охопити мій інтелект. Це – Буття (Être)» [2, p. 219].

Безумовно таке сприйняття Батьківщини дуже близьке до українського модерного націоналізму або, швидше, модерного патріотизму, який дослідники пов’язують з феноменом українського модернізму. Не випадково, у розвідці Юрія Шереха «Прощання з учора («Коли ж прийде справжній день»), що була вперше видана 1952 року у Мюнхені, ставиться питання про зв’язок екзистенційних вимірів української літератури (в даному разі насамперед йдеться про роман Ю.Косача «Еней та життя інших») з французьким екзистенціалізмом саме в аспекті національно-визвольної боротьби. Причому

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

симптоматично, що український екзистенціалізм Юрій Шерех називає «антеїзмом» (по імені давньогрецького міфологічного велетня Антея, що був славетний своєю надзвичайною силою, однак був невразливим лише доти, доки торкався матері-землі, відновлюючи тим власні сили). «Наскільки органічна ця філософія в наших обставинах? Чи не є це просто наслідування сучасної західноєвропейської моди? – задається запитанням Юрій Шерех, – можна думати, що поява цієї філософії в наших обставинах має своє коріння. Якщо ми визначили екзистенціалізм у Франції як важливий відлам філософії французького резистансу, то антеїзм має свій ґрунт в українському резистансі і в кризі українського резистансу» [17, с. 19-20].

Проте, вцілому погоджуючись з Юрієм Шерехом, все ж варто зауважити, що екзистенційний «антеїзм» за термінологією дослідника, або, простіше кажучи екзистенційний патріотизм має в українській культурі значно глибші витоки. Так, варто дослухатись до того ж таки М.Євшана, який у програмній статті «Suprema lex» (Слово про культуру українського слова)» прагне сформулювати у якості творчого ідеалу митця здатність саме до глибоко особистісного екзистенційного переживання власної Батьківщини на противагу заяложеним штампам «українофільства» про «служіння народу». Власне, згадуючи Лесю Українку, для того, щоб творити справді українську літературу, на думку М.Євшана, потрібно бути українцем (з усіма наслідками такого екзистенційого вибору гайдеггерівської «долі»), а не українофілом. «Народної літератури ми, таким чином, не маємо. Євнухи-українофіли убили її в зародках, збридили нам її до того, що ми перескочили відразу далі, аби тільки скорше вийти з зачарованого колеса на свіжий воздух. І тут було все лихо. Молодші літературні покоління не попробували вести війни з українофілами на тім терені, на якому її треба було вести, не попробували здобути від них їх сильної позиції і *перестроїти* на нових основах… А що можна було зробити, здобувши передовсім українофільську позицію, засиджену оберігателями «народних святощів», показала Кобилянська – роман «Земля», показав Коцюбинський — «Fata morgana», «Тіні забутих предків», показала Леся Українка – «Лісова пісня», нарешті Василь Стефаник в своїх новелах (курсив автора. – *О.Ш.*)» [6, с. 60], – стверджує Микола Євшан і з ним важко не погодитись. До того ж, вельми промовисто і символічно, що саме у останній закінченій Лесею Українкою драматичній поемі «Оргія» (1913) ми зустрічаємо героя на ім'я Антей, митця-патріота. Однак, відомий дослідник життя і творчості В.Винниченка, В.Панченко, робить переконливий висновок про те, що драматична поема «Оргія» Лесі Українки була творчою полемікою з В.Винниченком саме на національно-патріотичному ґрунті, пов'язаною з наміром останнього «перейти в російську літературу», тобто друкуватися російською мовою. Втім, уже після смерті Лесі Українки виходить друком роман В.Винниченка «Хочу!» (1915), цілковито присвячений екзистенційним вимірам становлення національної свідомості, що вражає глибинним і точним, можна сказати, феноменологічним описом патріотизму, в усіх його різноманітних виявах. В цьому романі В.Панченко не безпідставно вбачає творчу «відповідь» письменника на драматичну поему «Оргія» [4, с. 153-166].

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Традицію екзистенційного патріотизму продовжують і письменники мистецького об'єднання «МУР», Віктор Петров («Без ґрунту»), Юрій Косач («Еней та життя інших»), Улас Самчук («Марія», «Гори говорять»), і митці «розстріляного відродження», М.Хвильовий (новели, «Повість про санаторійну зону»), В.Підмогильний («Місто»), П.Тичина («Сонячні кларнети»), а пізніше українські поети «шестидеятники», – Л.Костенко («Маруся Чурай»), В.Симоненко у своїй екзистенційно-патріотичній ліриці та інші. Свого роду «містком», що ніби з'єднав український модернізм із сучасністю стає екранізація С.Параджановим повісті М.Коцюбинського «Тіні забутих предків» (1964). Разом з тим, варто зазначити, що повоєнна «окупація» СРСР ряду країн Східної Європи, а США – Японії, породила у цих країнах гостру потребу осмислення художніми засобами, що значить «бути-щоб-бути-угорцем» у кінотрилогії І.Сабо («Час мрій», «Батько: історія однієї віри», «Фільм про любов»), «бути-щоб-бути-поляком» у кінотрилогії А.Вайди («Покоління», «Канал», «Попіл та діамант»), «бути-щоб-бути-японцем» у «Семи самураях» та інших фільмах А.Куросави. Потужний поштовх переосмисленню екзистенційних вимірів національної ідентичності у постфашистській Італії дала творчість кіномитців італійського неореалізму (Л.Вісконті, Р.Росселліні, В. де Сіки, Ф.Фелліні та інших) і саме в цьому контексті, на нашу думку, варто насамперед розглядати феномен екзистенційного патріотизму в українському модернізмі, що багато в чому випередив свій час.

Список використаних джерел:

[1] Fromm, E. (2008). *The Sane Society.* Routledge Classics.
[2] Saint-Exupéry A. de. (1972). *Œuvres.* Edition du progrés.
[3] Баткин, Л. (1989). *Итальянское Возрождение в поисках индивидуальности*. Наука.
[4] Буркхардт, Я. (1996). *Культура Возрождения в Италии. Опыт исследования*. Юристъ.
[5] Гундорова, Т. (2009). *ПроЯвлення слова: Дискурсія раннього українського модернізму.* Критика.
[6] Євшан, М. (1998). *Критика. Літературознавство. Естетика.* Основи.
[7] Забужко, О. (2007). *Notre Dame d'Ukraine: Українка в конфлікті міфологій.* Київ.
[8] Манхейм, К. (1994). *Диагноз нашего времени*. Юрист.
[9] Ницше, Ф., Фрейд, З., Фромм, Є., Камю, А., Сартр Ж.-П. (1989). *Сумерки богов.* Издательство политической литературы.
[10] Павличко, С. *Дискурс модернізму в українській літературі.* Основи.
[11] Панченко, В. (2004). *Володимир Винниченко: парадокси долі і творчості*. Твім інтер.
[12] Проблема человека в западной философии (1988). *Сборник переводов с английского, немецкого, французского.* Прогресс.
[13] Сартр, Ж.-П. (2000). *Бытие и ничто: Опыт феномен логической онтологии.* Республика.
[14] Сафрански, Р. (2005). *Хайдеггер: германский мастер и его время*. Молодая гвардия.
[15] Соловьев, Э. Ю. (1991). *Прошлое толкует нас: (Очерки по истории философии и культуры).* Политиздат.
[16] Хайдеггер, М. (1997). *Бытие и время.* Ad marginem.
[17] Шерех, Ю. (1952). *Прощання з учора. («Коли ж прийде справжній день?»).* Сучасна Україна.
[18] Шморгун, О. (2016). Модерні етнонаціональні процеси: потенціал антикризового розвитку України. *Проблеми всесвітньої історії*, (2), 30-48.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

UKRAINIAN MODERNISM: THE PROBLEM OF ORIGIN (FROM ROMANTICISM TO EXISTENTIALISM)

Olexandra Shmorgun
candidate of philosophical sciences, senior researcher
Center for Humanities Education NAS of Ukraine, Ukraine

Summary. *The article examines the phenomenon of Ukrainian modernism, primarily in its inextricable connection with the romantic paradigm. It is shown that the "national idea" as interpreted in romanticism is fundamentally different in its ideological content from the national idea of an economic nation, built on the principles of labor "Protestant ethics", which originates in the Renaissance. During the Romantic era, the phenomenon of existential patriotism arises – deeply personal experience of emotional closeness to the native land, as one of the dimensions of the meaning of life, which, due to a number of circumstances, has the greatest chances of developing in countries whose national unification occurred late, such as Germany, Ukraine, etc. The article proves that it is this fundamentally new worldview dimension of being, associated with a stage-wise higher level of human comprehension of his own nature, that should be considered key for the so-called "philosophy of modernism," which is based on existential issues, and it is the direct affiliation of Ukrainian modernism to the "origins" of the aforementioned existential patriotism that is an indisputable basis for concluding about its worldview maturity and often ahead-of-the-line character in relation to similar processes in Europe and the world.*
Keywords: *Ukrainian modernism; romanticism; nation; national idea; patriotism; existentialism.*

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ARTICLE

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.071

ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATIONS IN HIGHER EDUCATION: PROSPECTS FOR PERSONALIZED LEARNING AND GOVERNANCE EFFICIENCY

İbrahimov Ramil İbrahim
National Defense University, Baku, Azerbaijan

Mammadova Khatira Vakil
National Defense University, Baku, Azerbaijan

Hashimov Elshan Giyas
ScD in national security and military sciences
Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan

Summary. *Artificial Intelligence (AI) is transforming higher education by enabling personalized learning, enhancing management efficiency, and improving student support systems. This paper analyzes the potential and challenges of AI applications in universities through a mixed-methods approach combining surveys, interviews, and document analysis. Findings indicate that adaptive learning systems significantly improve student performance and motivation, while AI-powered assessment tools reduce faculty workload and predictive analytics optimize resource allocation. International practices demonstrate that successful implementation requires not only technological infrastructure but also ethical and legal frameworks to safeguard data privacy, prevent algorithmic bias, and ensure equitable access. The study concludes with recommendations for sustainable integration of AI in higher education, highlighting the importance of comprehensive governance, teacher training, and continuous ethical oversight to balance innovation with social responsibility.*
Keywords. *Artificial Intelligence; Higher education; Personalized learning; Adaptive learning systems; Educational management; Big data analytics; Student support; Ethical challenges; Data privacy; Algorithmic bias*

1. Introduction

The rapid development of Artificial Intelligence (AI) is considered one of the most significant technological revolutions of the 21st century. This technology, in addition to exerting a profound impact on industries such as healthcare, finance, and security, is also driving fundamental transformations in the higher education environment. The application of AI within higher education institutions offers numerous opportunities, including the personalization of learning, optimization of teachers' workloads, enhancement of decision-making accuracy in academic management, and strengthening of student support services.

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

In the context of global competition, a rapidly changing labor market, and increasingly diverse student needs, the modern higher education system demands more flexible, efficient, and innovative approaches. Traditional teaching models often struggle to accommodate individual students' skills and learning styles, resulting in a "one-size-fits-all" approach, which in many cases limits the optimization of educational outcomes. In this regard, AI-based adaptive learning systems can analyze student performance and provide personalized learning content and assignments. This not only enhances student motivation but can also reduce dropout rates.

Moreover, AI opens new opportunities for higher education management systems to develop strategies, allocate resources, and optimize academic policies through the analysis of big data. At the same time, the widespread implementation of this technology raises ethical, legal, and social challenges. These include staff reductions resulting from job automation, the protection of student data privacy, and the risk of deepening existing educational inequalities.

The purpose of this research is to conduct a comprehensive analysis of the opportunities and limitations of AI implementation in the higher education system, presenting empirically and theoretically substantiated findings on its impact on academic quality, management efficiency, and social outcomes. The study, considering both international experience and the local context, will develop optimal models and policy recommendations for AI integration.

The application of AI in education has become one of the main directions of scientific research over the past decade. UNESCO's 2021 report highlights that AI technologies have the potential to personalize the learning process, optimize teachers' workloads, and enhance decision-making efficiency in educational management. This approach not only overcomes the limitations of traditional educational models but also creates new opportunities for sustainable improvement in education quality.

AI's potential in personalized education is particularly extensive. Adaptive learning systems can deliver individualized learning materials by considering students' previous performance, learning pace, and interests. This method not only improves educational outcomes but also increases student satisfaction.

Teacher support and the optimization of management processes are also key directions of AI application. AI-based assessment and feedback systems free teachers from time-consuming routine tasks, allowing them to focus more on research and mentoring activities. Simultaneously, big data analytics help higher education institutions make accurate decisions in strategic planning, resource allocation, and risk management.

International experience shows that the successful implementation of AI depends not only on technology but also on cultural, legal, and institutional contexts. For example, in South Korea and Singapore, the adoption of AI-based education systems is supported by government strategies and accompanied by professional development programs for teachers. On the other hand, in some developing countries, weak technological infrastructure and the absence of legal frameworks hinder the wide application of AI.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Thus, the literature review indicates that the successful integration of AI into higher education requires more than the mere availability of technology. Its ethical, social, and legal dimensions must be considered, equal opportunities ensured, and all stakeholders-teachers, students, and administrators- must actively participate in the implementation process.

2. Methodology

The purpose of this study is to comprehensively examine the possibilities of applying AI in the higher education system and to explore its social, academic, and managerial impacts. To achieve this aim, a mixed methods strategy was employed. This approach integrates both quantitative and qualitative data, allowing for a deeper and more multidimensional analysis of the subject.

The research is carried out in two main phases:

1. Quantitative phase- conducting structured surveys to assess the scope, functionality, and effectiveness of AI applications in higher education institutions.

2. Qualitative phase - conducting semi-structured interviews with teachers, students, and administrators who use AI technologies.

This design makes it possible to not only conduct statistical analyses but also to gain a deeper understanding of participants' subjective experiences, individual perspectives on existing problems, and practical insights into the implementation process.

Data collection methods include:

- surveys. Conducted online among 500 participants (teachers, students, and administrators) from 10 universities. The survey questions are designed to measure perceptions of AI usage, advantages, limitations, and ethical aspects;
- semi-structured interviews. Conducted with 30 participants, focusing on experiences with adaptive learning systems, the role of AI in management decision-making, challenges faced during implementation, and future prospects;
- document analysis. Systematic review of official reports from higher education institutions, policy documents on AI applications, and materials reflecting international best practices.

The data collected was analyzed using the following methods:

- quantitative data analysis. Descriptive statistics, correlation, and regression analyses conducted using SPSS or R software. This approach enables the evaluation of the relationship between AI applications and student achievement, teacher satisfaction, and management efficiency;
- qualitative data analysis: Thematic analysis of interview transcripts to identify recurring themes and patterns;
- triangulation: Cross-verification of data from multiple sources to increase the reliability and accuracy of the results.

3. Implementation of models and technological integration

The application of AI in the higher education system is a complex process that requires a multi-level, multi-functional, and strategic approach. Effective integration goes beyond merely installing technology; it must be closely aligned with the modernization of pedagogical approaches, the optimization of management strategies, and the strengthening of ethical and legal standards.

The models presented here reflect the key directions for the successful implementation of AI in higher education. They emphasize the need for a holistic

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

approach, in which technological infrastructure, teaching methodologies, and governance frameworks evolve in parallel to ensure sustainable and equitable outcomes.

Practical examples of personalized learning approaches in higher education are presented in Table 1.

Table 1

Comparison of personalized learning systems

System / Platform	Key Features	Application area	Benefits	Limitations
Carnegie learning	Real-time student performance analysis, adaptive content delivery	Mathematics and natural sciences	Additional resources for weak topics, high motivation	Requires high-level technical infrastructure
Knewton alta	Module-based adaptive learning, personalized assignment sets	Online courses, blended learning formats	Personalized learning, student-paced progress	Possible language limitations on the platform
Smart sparrow	Teacher-directed adaptive content design	Online and in-class education	Flexible adaptation of learning materials	Requires additional time and resources for integration
Coursera personalized learning	Course recommendations based on user behavior	Online education	Wide course selection, access to international resources	Lack of full academic accreditation

Personalized learning approaches are among the areas where AI delivers the greatest benefits in higher education. Adaptive Learning Systems monitor student performance indicators in real time and provide personalized learning content and assignments based on each student's learning pace, interests, and weaknesses. For example, the Carnegie Learning platform identifies students' weak topics and provides additional learning materials in those areas, thereby improving learning outcomes. This approach not only increases student motivation but also has a positive effect on class attendance and achievement rates.

AI offers powerful support mechanisms not only for students but also for teachers:

- AI-powered grading tools accelerate the evaluation of written assignments, tests, and projects, minimize human error, and enable teachers to use their time more efficiently;
- predictive analytics identify students at risk of failure in advance, giving teachers the opportunity to intervene early. This ensures timely academic support and contributes to improved student success rates.

AI also helps higher education institutions make more informed and strategic management decisions:

- Big Data Analytics plays a crucial role in optimizing resource allocation, curriculum planning, and student admission strategies;

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

- By analyzing student behavior, AI can provide more accurate admission forecasts, increase the efficiency of the enrollment process and enhancing the institution's competitiveness.

A comparative overview of AI application practices and outcomes in higher education across various countries is presented in Table 2.

Table 2

Comparative overview of international experience – AI application in higher education

Country / region	Key AI applications in higher education	Achievements / positive outcomes	Challenges / limitations
United States	Adaptive learning platforms (e.g., Carnegie Learning, Knewton), predictive analytics for student retention	Improved retention rates, enhanced personalized learning experiences	Concerns over data privacy, algorithmic bias
United Kingdom	AI-assisted grading tools, student support chatbots, big data for resource planning	Reduced grading time, improved academic advising, optimized resource allocation	Resistance from academic staff, need for teacher training in AI tools
Singapore	Government-supported AI integration in curricula, AI-based performance tracking	High national adoption rate, alignment of AI use with national education strategy	High infrastructure costs, continuous need for policy updates
South Korea	Adaptive e-learning systems, AI-driven curriculum customization	Significant improvement in student engagement and STEM performance	Intensive workload for AI content development, teacher adaptation period
Australia	AI chatbots for student services, plagiarism detection tools, predictive analytics	Increased efficiency in administrative tasks, early academic risk identification	Limited AI adoption outside large universities, funding constraints

AI application in student support within higher education is a crucial factor that enhances student satisfaction and academic achievement:

- virtual academic advisors provide students with 24/7 assistance in course selection, academic planning, and career guidance;
- chatbot-based psychological support systems enable students to receive initial help regarding stress, academic difficulties, and social problems.

For the safe and equitable implementation of AI in higher education, ethical and legal frameworks are of critical importance:

- bias detection mechanisms in AI algorithms ensure objectivity and help prevent educational inequality;
- the implementation of national and institutional policies like GDPR is required to safeguard data privacy. This is essential to prevent unauthorized use of student data and to enhance the reliability of the technology.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

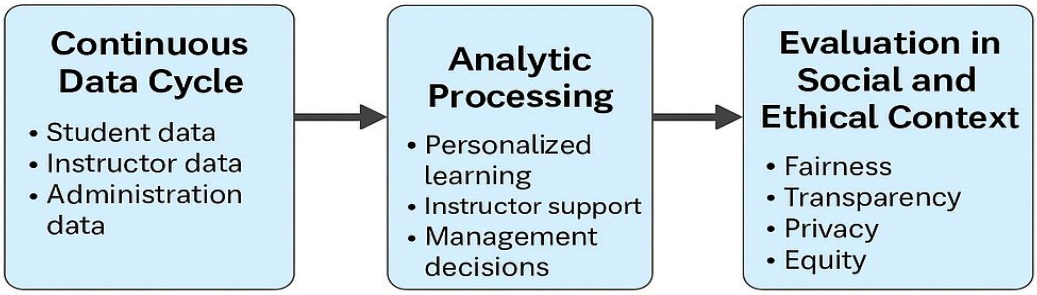


Fig. 1. AI application model in higher education

This model illustrates the key stages and interconnections in the process of implementing AI in higher education institutions. The process begins with continuous data flow, in which information from various sources is collected on student, faculty, and administrative activities.

The next stage is analytical processing, where the gathered data is analyzed using AI algorithms, and the results are applied to support personalized learning, faculty assistance, and optimization of management decisions.

In the final stage, the obtained results are evaluated within a social and ethical context, assessing the compliance of implementation with the principles of fairness, transparency, privacy, and equity.

The sequence and interconnections of AI implementation stages in higher education are presented in Figure 2.

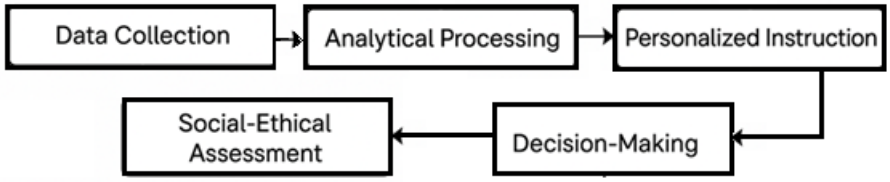


Fig. 2. AI application process in higher education

Figure 3 illustrates the interaction between the main stakeholders influencing the application of AI in higher education institutions.

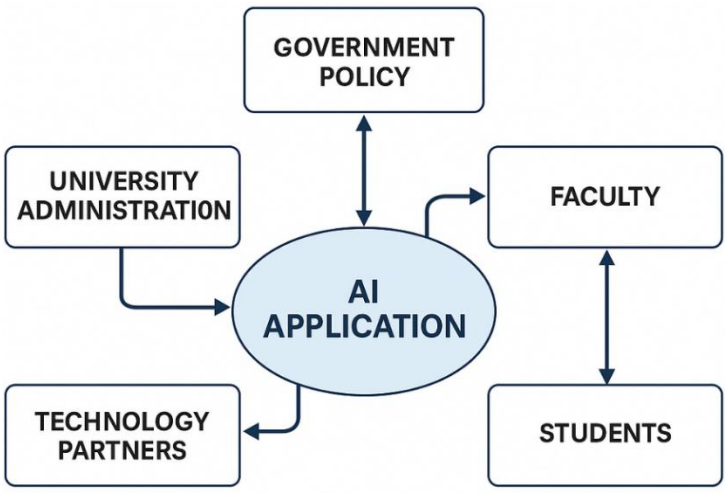


Fig. 3. AI application ecosystem in higher education

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

At the center of the ecosystem lies "AI Application", with all participants directly connected to this core:

- university administration- responsible for strategic decision-making, resource allocation, and defining implementation policies;
- faculty- integrates AI tools into pedagogy and applies adaptive learning methods in teaching;
- students- primary users of personalized learning content and academic support services;
- technology partners- providers of software, technical infrastructure, and innovative solutions;
- government policy- develops legal frameworks, ethical standards, and growth strategies.

The model shows that the successful application of AI in higher education depends not only on technological capabilities but also on the coordinated actions of all ecosystem participants and strong support at the national policy level.

4. Discussion

The findings indicate that the application of AI in higher education has a multifaceted impact on teaching quality, management efficiency, and the overall student experience. Analyses based on a mixed-methods approach (surveys and semi-structured interviews) revealed the following key outcomes.

According to the survey results, 78% of participants rated the personalized learning capabilities of adaptive learning systems as "highly beneficial." In interviews, faculty members reported that AI-based platforms allow for faster identification of students' weaknesses and facilitate the development of individualized learning plans. This, in turn, contributes to improved student achievement and better class attendance rates.

Figure 4 illustrates the frequency of AI tool usage on a daily, weekly, and monthly basis among respondents. The data show that 42% of faculty members, 35% of students, and 27% of administrators use AI tools daily.

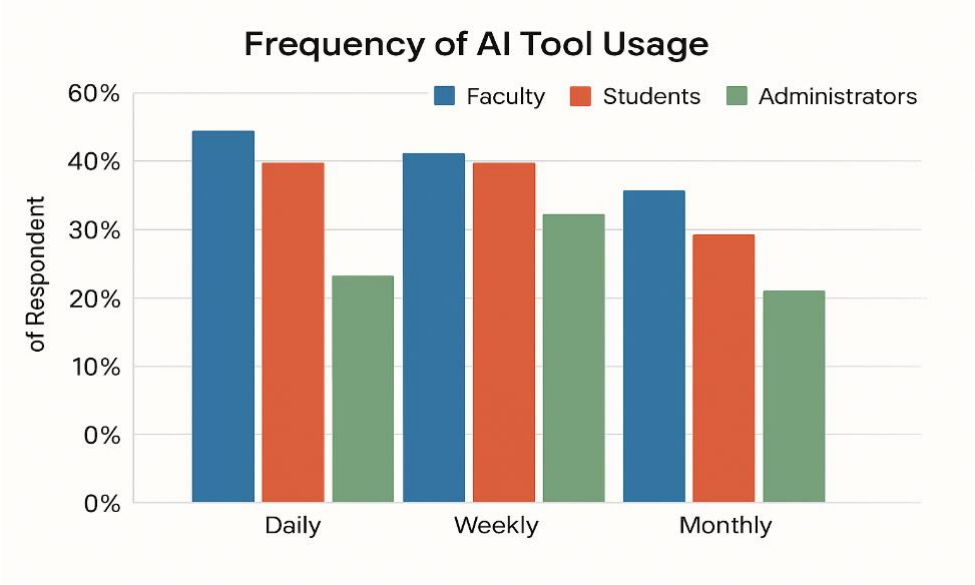


Fig. 4. Frequency of AI tool usage

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

The analysis shows that AI-powered automated assessment and feedback systems reduce teachers' weekly workload by an average of 15–20%. At the same time, big data analytics enables more accurate decision-making in resource allocation and admission strategies at the management level. This not only increases the financial efficiency of universities but also provides a strategic advantage in the student recruitment process.

The study also reveals that virtual advisor and chatbot systems significantly enhance student satisfaction. 64% of surveyed students identified the instant response capability of these systems as their most valuable feature. In interviews, students emphasized that these technologies improve accessibility to psychological support and academic planning.

Figure 5 presents the percentage distribution of respondents' answers regarding the advantages and limitations of AI implementation. The results indicate that personalized learning and time savings rank highest among the advantages, while privacy risks and technological dependency are the most frequently cited limitations.

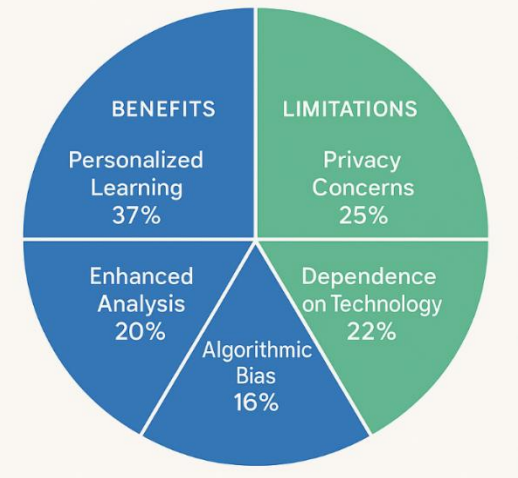


Fig. 5: Perceptions of AI benefits and limitations

Figure 6 illustrates the change in students' average grade performance before and after the implementation of AI. As shown in the graph, following the adoption of AI, student achievement increased by an average of 8–12%.

With the rapid expansion of AI implementation, ethical issues have come to the forefront. 41% of respondents believe that data privacy is not fully protected. In addition, some participants pointed out the risk of bias in AI algorithms, which may particularly increase inequality in admission decisions and in the development of learning content.

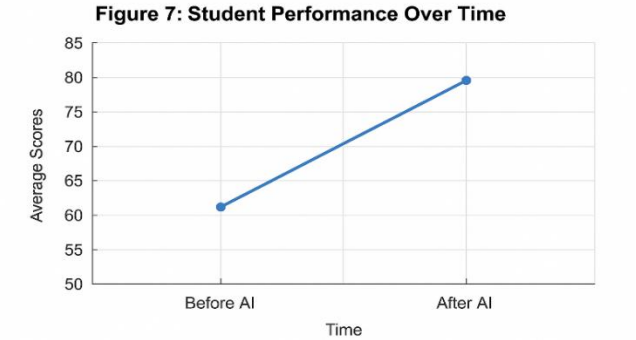


Fig. 6: Student performance over time

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

The risks associated with AI implementation in higher education and the recommended measures to mitigate them are presented in Table 3. The same information is also provided in a visual format in Figure 7, allowing readers to more easily comprehend the types of risks and their prevention mechanisms.

Table 3

Key risks of AI implementation in higher education and mitigation strategies

Risk	Description	Potential outcomes	Mitigation strategies
Data privacy breach	Unauthorized access to or leakage of sensitive data on students and faculty	Legal issues, loss of trust, reputational damage	Strong encryption, restricted data access, policies aligned with international standards such as GDPR
Algorithmic bias	AI models replicating or amplifying existing social and academic inequalities	Unfair assessments and admission decisions	Bias detection mechanisms, data collection from diverse sources, regular audits
Technological dependency	Excessive reliance on AI tools in teaching and administration	Disruptions in the educational process if the system fails	Hybrid approach, maintaining alternative systems, training technical staff
Job reductions due to automation	Elimination of certain positions as routine and administrative tasks become automated	Staff dissatisfaction, social tension	Retraining programs, creation of new technological and pedagogical roles
Weak ethical oversight	Lack of consideration for ethical principles and transparency in AI implementation	Loss of trust, negative public perception	Establishing ethics committees, transparent reporting mechanisms, stakeholder engagement

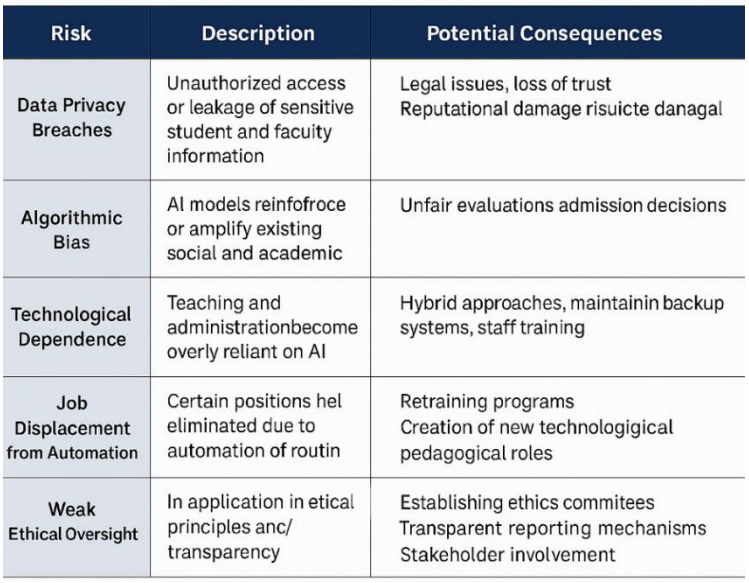


Fig. 7. Main risks of applying AI in higher education and mitigation strategies

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

The results obtained show strong parallels with international research. For example, studies conducted in Singapore and South Korea confirm that AI improves teaching quality but also highlight the necessity of robust ethical oversight and legal regulation. This demonstrates that the successful adoption of technology depends not only on technical infrastructure but also on strategic and ethical governance.

The findings of this study indicate that the integration of AI in higher education has significant potential to enhance teaching quality, optimize management, and improve student support services. However, realizing this potential fully requires planned, ethical, and strategic implementation of the technology. In this context, the following directions are recommended:

- expand the implementation of adaptive learning systems in higher education and integrate them into various academic disciplines. Establishing continuous and systematic feedback mechanisms on student performance will make the personalization of learning more effective;
- provide targeted training programs for faculty to improve their skills in using AI tools. At the same time, strengthening methodological support for the pedagogical integration of technology will accelerate teachers' adaptation to technological changes;
- apply big data analytics systematically in resource allocation, admission planning, and student success forecasting. This will strengthen higher education institutions' strategic decision-making capabilities, making management more flexible and efficient;
- implement technological solutions in line with international standards (e.g., GDPR) to ensure data privacy protection. Establishing regular monitoring mechanisms to detect and prevent biased algorithms is also essential;
- introduce 24/7 virtual advisor and chatbot services to address students' academic and social needs more efficiently. Leveraging AI technologies for psychological support and career guidance will enhance students' well-being and expand their professional development opportunities.

5. Conclusion

The findings of this study indicate that the integration of Artificial Intelligence (AI) into higher education holds substantial potential for improving teaching quality, enhancing management efficiency, and enriching the overall student experience. Adaptive learning technologies, automated assessment systems, and predictive analytics not only increase instructional effectiveness but also strengthen strategic decision-making at the administrative level.

Nevertheless, the rapid advancement of AI applications brings ethical, legal, and social challenges to the forefront. Safeguarding data privacy, mitigating algorithmic bias, and ensuring equal access are essential prerequisites for successful implementation. International evidence suggests that sustainable positive outcomes from technological innovations can only be achieved when they are supported by comprehensive legal frameworks, robust ethical oversight, and the active engagement of all stakeholders.

Future research should investigate the long-term effects of AI in higher education, examine differences in implementation across diverse socio-cultural contexts, and explore the pedagogical potential of emerging technologies, including generative AI models.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

References:

[1] Agayev, S.O., et al. (2016). Modern pedagogical technologies in military education. Textbook. Part I. *Baku: Military Publishing House*.
[2] Akhundov, R. (2017). Radiation-thermal activation of coal for water purification. In Ecological and environmental chemistry (pp. 141-141).
[3] Akhundov, R. (2024). Environmental Warfare–Modern Global Challenge. In Modeling, Control and Information Technologies: Proceedings of International scientific and practical conference (No. 7, pp. 332-335).
[4] Akhundov, R. (2024). The Environmental Consequences of Military Activity. In 20 години България в НАТО и НАТО в България (pp. 410-422). Военна академия „Г. С Раковски".
[5] Akhundov, R. (2024). The environmental impact of military activities. ResearchGet.
[6] Akhundov, R. (2024, April 25–26). Basics of Special Forces Operations Planning. In Current Directions of Development of Information and Communication Technologies and Control Tools: Abstracts of the Fourteenth International Scientific and Technical Conference (Vol. 1, pp. 12–13). Kharkiv, Ukraine.
[7] Akhundov, R. (2024, April 25–26). Military conflicts and environmental safety. In Current Directions of Development of Information and Communication Technologies and Control Tools: Abstracts of the Fourteenth International Scientific and Technical Conference (Vol. 2, pp. 89–90). Kharkiv, Ukraine.
[8] Akhundov, R. G., & Ibadov, P. (2023). Problematic issues and prospects for the development of airborne radiation, chemical and biological reconnaissance systems. Baku: National security and military sciences, -2023.-1 (9). – p, 38-46.
[9] Akhundov, R. G., & Mustafayev, I. I. (2020). Radiation-initiated processes of activation of charcoal. Journal of Radiation Researches, 7(1), 27-34.
[10] Akhundov, R., & Hashimov, E. (2025). Military activity and the environment: The need for a systemic approach to radiological and chemical safety. Матеріали конференцій МЦНД, (16.05. 2025; Миколаїв, Україна), 187-197.
[11] Akhundov, R., & Hashimov, E. (2025). Radiation and chemical protection as a strategic priority of environmental security in the military sphere. Матеріали конференцій МЦНД, (16.05. 2025; Миколаїв, Україна), 202-211.
[12] Akhundov, R., & Nabizadə, Z. (2017, December). Production of high-efficiency carbon adsorbents for gas masks by radiation-chemical method. In Natural disasters and human life safety" International scientific-technical Conference. Baku, Azerbaijan (pp. 113-114).
[13] Akhundov, R., & Sh, D. (2019, November). The use of modified activated coal in sorption of carbon-monoxide. In Materials of the international scientific-practical conference "Radiation and chemical safety problems",–Baku (pp. 161-162).
[14] Axundov, R. Q. (2017). Karbon adsorbentlərinin xüsusiyyətlərinin tədqiqi. Milli təhlükəsizlik və hərbi elmlər, 1(3), 129-135.
[15] Axundov, R. Q. (2022). Radiasiya və kimyəvi təhdidlərdən mühafizənin vəziyyəti və inkişaf perspektivləri. Bakı: Milli təhlükəsizlik və hərbi elmlər, (3), 8.
[16] Axundov, R. Q. (2023). Azərbaycan Ordusunda radiasiya, kimyəvə bioloji mühafizənin inkişaf problemləri və onlarin həlli yollari. Hərb sənətinin aktual problemləri" beynəlxalq elmi-praktik konfransın materialları,–Bakı: MMU, 137-138.
[17] Axundov, R. Q. (2023). Dərinin fərdi qoruyucu vasitələrinin tətbiqi və inkişaf perspektivləri. Bakı: Milli təhlükəsizlik və hərbi elmlər, (4), 9.
[18] Axundov, R. Q. (2023). Pilotsuz uçuş aparatlarinin radiasiya və kimyəvi kəşfiyyatda tətbiqi. Bakı: Hərbi bilik,(2), 23-31.
[19] Axundov, R. Q. (2023). Radiasiya, kimyəvi və bioloji mühafizə sisteminin təkmilləşdirilmə istiqamətləri. Müdafiə sənayesi üzrə ixtisaslı kadr hazırlığı: radioelektron, aerokosmik sistemlər və robotlar" mövzusunda II Respublika elmi-texniki konfransın materialları, – Bakı: AzTU, 89-92.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[20] Axundov, R. Q. (2024). Xüsusi təyinatlı bölmələrin icra etdiyi əməliyyatlar və onların tətbiqinin prinsip və xüsusiyətləri. Müasir radiotexniki silahlar" respublika elmi-praktik konfransın materialları–Bakı: MMU HETİ, 39-42.
[21] Axundov, R. Q., Abıyev, Q. A., & Nabizadə, Z. Radiasiyanın aktiv kömürlərin mexaniki möhkəmliyinə təsiri. Tibb elmləri doktoru əzəm Təyyar oğlu Ağayevin anadan olmasının, 75, 14-17.
[22] Babayev, S.M., et al. (2024) The impact of new technologies on the progress of military art. *İn* Problems of informatization. Vol.2. p.9-10
[23] Bayramov, A. (2016). Seismic location station for detection of unobserved moving military machineries. *Journal of Management and Inform. Science*, *4*(2), 61-66.
[24] Bayramov, A.A. (2019). Development of UAV SoS flight combat reconnaissance mission program. *Advanced Information Systems*, *3*(1), 152-156.
[25] Bayramov, A.A. (2020). Application SMART for small unmanned aircraft system of systems. In *Handbook of Research on Artificial Intelligence Applications in the Aviation and Aerospace Industries* (pp. 193-213). IGI Global Scientific Publishing.
[26] Bayramov, A.A., et al. (2018, April). The supervisory control systems deployment in mountainous terrain. In *VIII Int. Conf."Modern development trends of ICT and control methods* (pp. 3-4).
[27] Ganimat, I. B. (2021). Analysis and selection performance indicators multiservice communication networks based on the concept NGN and FN. *Computer and information systems and technologies*.
[28] Hasanov, A.H. et al. (2023). Comparative analysis of the efficiency of various energy storages. *Advanced Information Systems*, *7*(3), 74-80.
[29] Hashimov, E. et al. (2016, May). Terrain orthophotomap making and combat control. In *Proceeding of Internatonal Conf."Modern Call of Security and Defence". I-st* (Vol. 19, pp. 68-71).
[30] Hashimov, E., et al. (2017). GIS technology and terrain orthophotomap making for military application. *Journal of Defense Resources Management*, *8*(2), 81-90.
[31] Hashimov, E.G. et al. (2023) About some aspects of using a flock of UAVS. *İn* Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління. Том 1: - pp.4-5.
[32] Hashimov, E.G. et al.. (2017). Development of the multirotor unmanned aerial vehicle. *National security and military sciences*, *3*(4), 21-31.
[33] Hashimov, E.G., & Bayramov, A. A. (2017). Application of GIS and seismic location method for detection of invisible military objects. Monograph/- Baku: Military Publishing House, 2017, 246 p.
[34] Hashimov, E.G., et al. (2015). Operative detection of ground enemy objects. *Herbi Bilik*, (1), 33-47.
[35] Hashimov, E.G., et al. (2023). Mathematical aspects of determining the motion parameters of a target by UAV. *Advanced Information Systems*, *7*(1), 18-22.
[36] Huseynov, B.S. (2023). Characteristics of UAVs application during the second Karabakh war. *İn* Problems of informatization. Vol. 3. -p.10-11.
[37] Ibrahimov B.G. et al. (2020) Research throughput multiservice telecommunication networks. *İn* "Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управліньння". Том 1: сек.1.-p.30.
[38] Ibrahimov, B.G., et al. (2024). Research and analysis of efficiency indicators of critical infrastructures in the communication system. *Advanced Information Systems*, *8*(2), 58-64.
[39] İmrani, Z.T., et al. (2018). Economic and social conditions of frontline area population of the Goranboy district and perspective progress directions. *National Security and Military Sciences*, *4*(4).
[40] Islamov, I., Akhundov, R., Dimitrov, D., & Panevski, V. (2025). Modeling of a Circular Disk Monopole Antenna Fed from a Microwave Broadband Coplanar Waveguide. Advanced Physical Research, 7(2), 184-195. https://doi.org/10.62476/apr.72184.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[41] Ismayilov N.E. et al. (2025) Ensuring the integrity and safety of pipeline infrastructure. *İn* Current directions of development of information and communication technologies and control tools. T. 4. -C. 41.
[42] Khudeynatov, E.K. (2023, November). V-model for Air Defense Systems. In *Modeling, Control and Information Technologie* (No. 6, pp. 46-49).
[43] Majidli İ., Mammadova Kh., et al. Phytopathologıcal study of grape varıetıes and forms. *İn* World science priorities. Proceedings of the XV International Scientific and Practical Conference. Vienna. Austria. 16-17.01.2025. p.14-17
[44] Muradov, S.A. et al. (2023, November). Determining the location of the UAV equipped with a homing device based on radio beacons. In *Modeling, Control and Information Technologies: Proceedings of International scientific and practical conference* (No. 6, pp. 54-56).
[45] Mustafayev, I. I., & Akhundov, R. G. (2019). The formation of carbon adsorbent at the influence of radiation to the carboneus substances. Warsaw, Poland: East European Scientific Journal, (12), 52.
[46] Piriyev, H., & Hashimov, E. (2023). Second Karabakh War: Military-political and Military-Technical Aspects. *Elmi əsərlər*, 7.
[47] Piriyev, H.K., et al. (2014). Some issues of pedagogical staff training for special-purpose higher education institutions. *Military knowledge*, (4), 3-9.
[48] Piriyev, H.K., et al. (2016). Provide interactive training methods. Methodological materials. *Baku: Military publishing house*.
[49] Suleymanov J.F. et al. (2025) Modern approaches to technical safety in oil and gas pipelines. *İn* Current directions of development of information and communication technologies and control tools. T. 4. -C. 40.
[50] Talibov, A., et al. (2023, May). Optimal placement of logistics centers in the Republic of Azerbaijan. In *2nd International Conference on Problems of Logistics, Management and Operation in The East-West Transport Corridor (PLMO 2023).–Baku* (pp. 24-26).
[51] Talibov, A.M. (2024). Vehicle transport cost calculation method. *İn* Current directions of development of information and communication technologies and control tools. (Vol. 2, pp. 3-6).
[52] Talibov, A.M., et al. (2023). On the optimal placement of logistics centers. *Baku: Informatics and Control Problems*, (43), 51-58.
[53] Ахундов, Р. Г. (2019). Модифицирование радиационно-термическим методом углеродных сорбентов и их применение в гемосорбции. Москва: Евразийский союз ученых, (11), 68.
[54] Ахундов, Р. Г. (2019). Получение углеродных адсорбентов для противогазов радиационно-химическим методом. Кемерово: Точная наука, (64), 14-18.
[55] Ахундов, Р. Г. О. (2019). Сорбционные и структурные характеристики углеродных адсорбентов. Вестник науки и образования, (22-1 (76)), 22-27.
[56] Ахундов, Р. Г. О. (2019). Построение экспериментальных изотерм адсорбции образцами угленаполненного химзащитного субстрата. Наука, техника и образование, (10 (63)), 16-20.
[57] Ахундов, Р. Г., Ахмедова, А. Г., Даньялов, Ш. Д., & Мустафаев, И. И. (2020). Радиационно-стимулированные процессы получения активного угля. Санкт-Петербург, 25(1), 47.
[58] Богомолова, И. П., Уразова, О. А., Ибрагимов, Р. И., & Василенко, И. Н. (2020). Особенности организации управления эффективной сбытовой деятельностью на предприятии. *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*, *82*(4 (86)), 432-444.
[59] Котарев А.В., Котарева А.О., Ибрагимов Р.И.. (2019) Организационно-управленческие аспекты инновационного развития отраслевой сферы АПК РФ // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. №4(24). с.140-149

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[60] Мустафаев, И. И., & Ахундов, Р. Г. (2019). Коксование углеродистых материалов под воздействием ионизирующего излучения. Вестник Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности, 24(4), 37-44.

ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ВИЩІЙ ОСВІТІ: ПЕРСПЕКТИВИ ПЕРСОНАЛІЗОВАНОГО НАВЧАННЯ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ

Ібрагімов Раміль Ібрагім
Національний університет оборони, Баку, Азербайджан
Маммадова Хатіра Вакіл
Національний університет оборони, Баку, Азербайджан
Хашимов Елшан Гіяс
Доктор наук з національної безпеки та військових наук
Азербайджанський технічний університет, Баку, Азербайджан

Анотація. *Штучний інтелект (ШІ) трансформує вищу освіту, забезпечуючи персоналізоване навчання, підвищуючи ефективність управління та вдосконалюючи системи підтримки студентів. У цій статті аналізується потенціал та проблеми застосування ШІ в університетах за допомогою змішаного методу, що поєднує опитування, інтерв'ю та аналіз документів. Результати дослідження показують, що адаптивні системи навчання значно покращують успішність та мотивацію студентів, тоді як інструменти оцінювання на базі ШІ зменшують навантаження на викладачів, а прогнозна аналітика оптимізує розподіл ресурсів. Міжнародна практика демонструє, що успішне впровадження вимагає не лише технологічної інфраструктури, але й етичних та правових рамок для захисту конфіденційності даних, запобігання алгоритмічним упередженням та забезпечення рівного доступу. Дослідження завершується рекомендаціями щодо сталої інтеграції ШІ у вищу освіту, підкреслюючи важливість комплексного управління, навчання викладачів та постійного етичного нагляду для балансування інновацій із соціальною відповідальністю.*

Ключові слова. *Штучний інтелект; Вища освіта; Персоналізоване навчання; Адаптивні системи навчання; Управління освітою; Аналітика великих даних; Підтримка студентів; Етичні проблеми; Конфіденційність даних; Алгоритмічна упередженість*

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ISSN 2710–3056

ARTICLE

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.072

EFFECTIVE PEDAGOGICAL METHODS FOR TEACHING ORGANIZATIONAL THEORY AND LEADERSHIP IN FOREIGN RESOURCES

Natalia Batryn
Ph.D, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of International Economic Relations
West Ukrainian National University, Ukraine

Summary. *The article explores innovative and evidence-based pedagogical methods tailored to the teaching of organizational theory and leadership. It emphasizes the limitations of traditional lecture-based approaches in addressing the nature of these subjects and highlights interactive, student-centered strategies, such as problem-based learning (PBL), case study analysis, simulation-based instruction, and digital integration as effective tools for enhancing conceptual understanding and leadership competence development. Special attention is given to reflective learning techniques that foster critical thinking, emotional intelligence, and ethical decision-making among students. It concludes with recommendations for aligning pedagogical methods with learning outcomes and technological advancements in higher education.*
Keywords: *interactive teaching methods, student-centered strategies, problem-based learning, simulation-based instruction, reflective learning techniques.*

Problem statement. The development of capable leaders and organizational thinkers has emerged as a strategic objective in the context of Ukraine's integration into the international educational and economic arena. However, traditional lecture-based educational approaches place a larger value on theoretical knowledge than on practical skills, critical thinking, and emotional intelligence and continue to be a major part of the teaching of organizational theory and leadership in many Ukrainian higher education institutions. Students are frequently not adequately prepared for the intricate problems of contemporary, dynamic organizational environments. Furthermore, Ukraine's continuous political and economic challenges, especially disruptions brought on by the war, along with the quick digital transformation of education, have highlighted the pressing need for more flexible, student-centered, and technologically integrated teaching methods. There is a noticeable gap between existing curricula and the competencies demanded by contemporary labor markets, particularly in leadership, strategic thinking, problem-solving, and innovation. Thus, investigating and putting into practice evidence-based, interactive teaching strategies that are responsive to Ukraine's particular socioeconomic and institutional realities while also being in line with international educational standards, such as problem-based learning, simulation, and reflective teaching practices, is imperative.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Closing this gap is essential to raising the standard of leadership and organizational theory education as well as to developing a new generation of leaders who can steer Ukrainian institutions through transition, crisis, and sustainable growth.

Literature Review. In recent years, the landscape of organizational education has shifted from traditional lecture-based methods to more interactive and student-centered approaches. According to Han (2021), the need for effective teaching strategies that not only enhance engagement but also improve understanding of complex organizational concepts has been widely recognized [12]. Foreign research findings consistently demonstrate that interactive methods lead to higher student motivation, better conceptual understanding, and improved application [15]. Godsk and Møller (2025) stated that active learning strategies outperform traditional lectures in organizational education contexts, particularly when combined with technology [9].

Theoretical foundations of interactive teaching include constructivist-learning theory that emphasizes active participation in the learning process. Additionally, experiential learning theory highlights learning through reflection on doing, which is central to many interactive approaches. For example, Ali et al. (2025) explored case-based learning (CBL) and concluded that this method involves analyzing real or simulated organizational cases, fostering critical thinking and decision-making skills [2]. According to Agustina and Ro'isatin (2024), CBL enhances engagement and bridges theory-practice gaps [1]. Germain-Thomas et al. and Guillaume and Apodaca (2020) examined the implementation of role-play activities in fostering leadership development [8, 11]. Additionally, Guillaume and Apodaca (2020) emphasized how this instructional method enhances practical leadership competencies [11]. Furthermore, Morgan described service learning as a transformative educational approach that significantly contributes to the cultivation of students' leadership abilities [18]. Team-based learning was the focus of studies by Chaudhry (2023), Grobler and Flotman (2021), who highlighted its effectiveness in promoting collaboration and leadership within group contexts [5, 10].

Interactive learning methods, such as role-playing and simulations, have been shown to be highly effective in developing leadership and management skills. Zhang et al. (2023) highlighted that simulations, such as organizational structure design or restructuring exercises, help students visualize the impact of different models in real-world contexts [22]. Liu and Zhang (2022) emphasized that role-playing scenarios and simulation-based leadership labs foster experiential learning, allowing students to practice decision-making and influence in safe environments [16]. Self-assessment instruments, such as emotional intelligence and leadership style inventories, are widely used to promote self-awareness and personalized growth [22].

Additionally, group discussions and collaborative projects have been investigated in foreign research studies. Evidence shows that such methods promote deeper understanding and teamwork competencies [17]. According to Lee et al. (2023), the significance of the student group for students' collaboration outcomes are important reminders for teachers in higher education to support both their students' learning and group processes in project-based courses [13]. Eruzun, Dalbudak, Yürük, and Balyan (2024) investigated how collaborative teaching

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

influences the development of students' leadership traits and their values of personal responsibility. The research employed a quasi-experimental design with a pre-test and post-test control group to assess these effects [7].

Additionally, Zhang, Li, and Han (2022) explored the impact of reflective journaling and peer coaching in leadership courses, finding that these approaches deepen self-awareness and emotional regulation. Their longitudinal study indicates that reflective practices help students internalize psychological concepts like growth mindset and resilience, which are crucial for effective leadership in turbulent organizational environments [22].

Levine, Schilke, Kacperczyk and Zucker (2023) offered a comprehensive overview of the strengths and procedures associated with experimental methodology, focusing particularly on how it can be applied to organization theory. By examining the historical development of experiments and their influence across various scientific disciplines, they assert that this method has significant potential to advance the field of organization theory. They emphasize several key benefits of utilizing experimental approaches in organizational research [14].

Gretchen E. du Plessis (2025) compared the core concepts of design thinking, particularly human-centered and caring design thinking, with a form of leadership, ranging from idol to role model that can effectively create products and services aimed not only at innovation but also at upholding the highest ethical standards to promote human well-being [6].

The COVID-19 pandemic accelerated the adoption of online pedagogies. Wang et al. (2024) reviewed virtual leadership classrooms utilizing AI-driven feedback mechanisms and virtual reality simulations. These technologies enable personalized psychological skill development, such as mindfulness, emotional regulation, and adaptive thinking, demonstrating the feasibility of scalable, immersive leadership training. The integration of technology, including e-learning modules, virtual reality, and gamified platforms, has transformed organizational teaching [21].

However, despite their benefits, implementing interactive methods can face obstacles such as resource limitations, instructor training, and resistance to change. Future research suggests integrating adaptive learning technologies and emphasizing faculty development to maximize effectiveness [3].

Purpose statement. In today's competitive business environment, understanding organizational theory and effective leadership is essential for future managers and leaders. Traditional lecture-based teaching methods, while informative, often fall short in equipping learners with the practical skills and adaptive thinking required in modern organizations. Therefore, incorporating interactive pedagogical teaching methods becomes crucial to bridging the gap between theoretical knowledge and real-world application.

The purpose of this article is to explore and analyze the role of interactive teaching methods in effectively delivering the content of organizational theory and leadership. It aims to demonstrate how active, experiential, and student-centered pedagogies enhance the understanding, retention, and practical application of complex theoretical concepts and leadership competencies. The article serves as a guide for educators, trainers, and academic professionals seeking to improve learner engagement and leadership development outcomes.

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Main material. Nowadays, interactive methods have proven to significantly enhance student engagement, understanding, and practical application of core concepts. These methods move beyond traditional lectures, fostering a dynamic learning environment where students actively participate in their education. The use of effective interactive teaching methods in higher school is particularly significant in the context of Ukrainian universities today, where the ongoing war has deeply impacted educational environments. Teaching organizational theory and leadership is not only academically relevant but critically important for preparing students to navigate uncertainty, lead in times of crisis, and contribute to rebuilding efforts. These subjects address the foundations of how institutions function, adapt, and survive under pressure, as well as skills that are urgently needed in Ukraine's current context.

In teaching organizational theory, pedagogical methods tend to emphasize analytical and structural understanding. Students are often engaged in case studies that examine organizational structures, mechanisms, and design principles [14]. These case studies allow learners to dissect real-world organizational problems, encouraging them to apply theoretical models to develop diagnostic and strategic solutions. Additionally, simulation exercises related to organizational restructuring or process analysis are used to help students visualize complex structural relationships and understand how different organizational designs impact efficiency and effectiveness.

In contrast, leadership courses tend to focus more on behavioral, ethical, and interpersonal dimensions. Teaching methods prioritize activities that develop self-awareness, influence, communication, and ethical decision-making. Role-playing scenarios, leadership simulations, and peer feedback exercises are commonly employed to cultivate leadership skills in practice [16]. Reflective exercises and self-assessment tools are integral to helping students recognize their personal leadership styles, strengths, and areas for growth. These approaches foster critical components of leadership, such as emotional intelligence, ethical reasoning, and cultural sensitivity.

Furthermore, while organizational theory often leans toward structured activities that explore organizational frameworks and dynamics, leadership education emphasizes experiential and reflective methods that promote personal development and ethical awareness. Both courses, however, increasingly incorporate digital tools like virtual simulations and online collaboration platforms to adapt to evolving educational environments.

Thus, the primary difference lies in the focus of the teaching methods. Understanding these distinctions enables educators to tailor their approaches to best serve the specific learning objectives of each course.

However, despite these differences, both courses share several common teaching strategies that support active and engaging learning. One of the most effective strategies is the use of case studies. Both disciplines benefit from a real-world context. By analyzing real-world organizational scenarios, students are encouraged to apply theoretical frameworks to practical situations. This method not only deepens their understanding of organizational structures and processes but also develops critical thinking and problem-solving skills [14]. For example,

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

examining a company's restructuring process or leadership crisis enables students to evaluate different organizational models and leadership styles, facilitating experiential learning.

Another highly impactful approach is simulation-based learning. In these exercises, students immerse themselves in simulated organizational settings, assuming roles such as managers, team leaders, or members of executive committees. These simulations replicate complex organizational dynamics, requiring students to make decisions, collaborate, and respond to challenges in real-time. Such activities promote active participation, enhance decision-making skills, and foster an understanding of leadership challenges in a controlled environment [16, 21]. Organizational theory, which focuses on how organizations are structured and behave, greatly benefits from simulation because it allows students to visualize and experiment with different organizational models. Leadership is inherently practical, and simulations allow students to step into leadership roles where they must manage people, resolve conflicts, inspire teams, or make tough ethical decisions. Rather than discussing what a transformational leader should do, students are placed in situations where they must behave like one. Simulation-based teaching is a powerful, immersive strategy that aligns perfectly with the goals of organizational theory and leadership education. By replicating real-world challenges in an academic setting, it transforms students from passive recipients of knowledge into active decision-makers and reflective leaders. This approach does not just teach leadership and organizational concepts, it develops future leaders who are prepared to think critically, act ethically, and adapt in complex organizational environments.

Group discussions and peer collaboration are also essential interactive methods. These discussions stimulate active learning by encouraging students to share perspectives, debate ideas, and construct new understanding collectively. Through peer interaction, students refine their communication skills and develop a deeper appreciation for diverse viewpoints, which is crucial in leadership contexts. Incorporating self-assessment tools and reflective exercises further enriches the learning process. Students are prompted to evaluate their leadership styles, ethical considerations, and organizational understanding through journals or structured reflection prompts. This introspective approach helps students recognize their strengths and areas for growth, supporting personal development alongside academic learning.

Additionally, Problem-Based Learning (PBL) is a dynamic and engaging educational method that places students at the center of the learning experience. Instead of passively receiving information through lectures, students are introduced to realistic, often complex problems that mirror the kinds of challenges professionals face in organizational and leadership settings. Through teamwork, critical inquiry, and reflection, they explore and apply theoretical concepts to understand and resolve these issues [2]. In the context of organizational theory, PBL helps students make meaningful connections between abstract theories and the practical workings of real organizations. Students might be given a scenario involving a struggling company, perhaps one suffering from poor communication due to a complex structure, like a matrix organization. Working in groups, students analyze the problem, discuss their prior knowledge, and identify the theoretical frameworks (such as systems theory or contingency theory) that can explain the situation.

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

For leadership development, PBL is equally valuable. It provides learners with the opportunity to explore what effective leadership looks like in challenging, morally complex situations. For instance, a case might involve a team leader who discovers unethical practices in the workplace, such as data manipulation under pressure to meet targets. In response, students reflect on different leadership models (transformational, ethical, servant leadership) and examine how each style might guide a leader's actions. They consider the ethical dimensions of leadership, the influence of organizational culture, and the human impact of their decisions. By engaging with such realistic cases, students not only build theoretical knowledge but also develop empathy, judgment, and a sense of accountability.

Lastly, the integration of digital and technological tools like interactive polling, online discussion forums, and virtual reality platforms has transformed teaching in recent years. These tools offer immersive and flexible learning experiences, especially valuable in remote or hybrid learning environments. They enable ongoing engagement, immediate feedback, and broaden access to diverse learning resources. Through guided inquiry and research, students gather additional knowledge, evaluate organizational design options, and formulate recommendations. They do not just learn theory, they live through its application, debating its strengths and limitations as they try to solve real organizational dilemmas.

Conclusions. The interactive methods collectively cultivate an engaging, practical, and student-centered learning environment. They equip students with the skills, knowledge, and ethical awareness necessary to excel in organizational leadership roles and to understand the complexities of organizational structures in a rapidly evolving global landscape.

While both the theory of organization and leadership courses benefit from interactive and experiential teaching methods, there are notable differences in how these approaches are applied, reflecting the distinct focus of each discipline.

Identifying the most effective teaching methods for different disciplines in the university setting is crucial for fostering deep learning, academic success, and student engagement. Each field of study, be it leadership or theory of organization, has distinct content, skills, and learning outcomes that require tailored instructional approaches. Ultimately, the thoughtful alignment of teaching strategies with disciplinary demands plays a key role in promoting academic excellence and lifelong learning.

References:

[1] Agustina, L., & Ro'isatin, U. A. (2024). The Efficacy of Case-Based Learning Model Integrated with Critical Thinking Skills to Improve EFL Learners' Reading Comprehension. Journal of Languages and Language Teaching, 12(3), 1443–1454.

[2] Ali R., Afzal A., Shakil S., Sultan A., Babar S., Rehman J., Malik M.G.R, Qadir M.S., Khan S., Saeed S. (2025). Transforming Education: Case-Based Integrated Learning Development and Implementation - A Mixed Methods Study at a Private Medical College. 13(1):49-58. doi: 10.30476/jamp.2024.104285.2048

[3] Atabek, O. (2019). *Challenges in integrating technology into education*. arXiv. https://doi.org/10.4855

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[4] Batryn N. (2023). Pedagogical Strategies of Teaching Leadership in Foreign Resources. *Perspectives and Innovations in science. No 15 (33)*. P. 17-27.
[5] Chaudhry, A. (2023). Leadership, Diversity, and Academic Performance: An Investigation of Team-Based Learning. *Journal of Education for Business, 98(1)*, 9–16. https://doi-org.ezproxy.snhu.edu/10.1080/08832323.2021.2009754
[6] Du Plessis, G. E. (2025). Leadership training, design thinking and the ethics of care: Comments on Cornel du Toit. *Verbum et Ecclesia, 46*(3), 1–5. https://doi.org/10.4102/ve.v46i3.3333
[7] Eruzun, T., Dalbudak, İ., Yürük, S., & Balyan, M. (2024). The Effect of Cooperative Teaching Method Used in Physical Education and Sports Lessons on Individual Responsibility and Leadership. Conhecimento & Diversidade, 16(42), 412–434. https://doi.org/10.18316/rcd.v16i42.11714
[8] Germain-Thomas P., Lafarge C., Sidibe D. (2019). Collaborative role-play design: Teaching negotiation through a novel Student–Business partnership. *Negotiation Journal, 35(3)*, 387-402.
[9] Godsk, M., Møller, K.L. Engaging students in higher education with educational technology. *Educ Inf Technol* 30, 2941–2976 (2025). https://doi.org/10.1007/s10639-024-12901-x
[10] Grobler, A., & Flotman, A.-P. (2021). Servant leadership, team-based learning and hope and optimism: A sectoral comparative study. *South African journal of business management, 52(1).*
[11] Guillaume R.O., Apodaca E.C. (2020). Strategy: Debate with role play. *The Journal of Faculty Development, 34(3*), 86.
[12] Han, F. (2021). The relations between teaching strategies, students' engagement in learning, and teachers' self-concept. *Journal of Education for Teaching, 47*(1), 118–121. https://doi.org/10.3390/su13095020
[13] Lee, J., Horsfall, D., & others. (2023). Learning to collaborate in a project-based graduate course: A multilevel study of student outcomes. *Research in Higher Education*, 64, 123–145. https://doi.org/10.1007/s1116
[14] Levine, S. S., Schilke, O., Kacperczyk, O., & Zucker, L. G. (2023). Primer for experimental methods in organization theory. *Organization Science, 34*(6), 2025. https://doi.org/10.1287/orsc.2023.18093
[15] Li, X., & Wang, L. et al. (2025). Enhancing student engagement and learning outcomes in life sciences: implementing interactive learning environments and flipped classroom models. *Discover Education*, 4, 102. https://doi.org/10.1007/s44217-02
[16] Liu, Y., & Zhang, W. (2022). Experiential approaches to leadership education: The role of simulations and role-play in developing leadership competencies. *Journal of Leadership Education*, *21*(1), 45–60.
[17] Melguizo-Garín, A., Ruiz-Rodríguez, I., Peláez-Fernández, M. A., Salas-Rodríguez, J., & Serrano-Ibáñez, E. R. (2022). Relationship between group work competencies and satisfaction with project-based learning among university students. *Frontiers in Psychology, 13*.
[18] Morgan, R. B. (2016). Developing Skills of Leadership through Service Learning: Alice's Adventures in Wonderland and a Path to Effective Leadership. *Tennessee Law Review, 83(3*), 915–930.
[19] Nguyen, T., & Tran, H. (2021). Integrating traditional and digital pedagogies in leadership education: Challenges and future directions. *Teaching in Higher Education*, *26*(7), 875–890.
[20] Patel, R., & Williams, L. (2022). Enhancing leadership development through self-assessment tools: Emotional intelligence and leadership style inventories in higher education. *International Journal of Leadership in Education*, *25*(4), 389–404.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[21] Wang, W., Lin, C.-J., Lee, H.-Y., & Wu, T.-T. (2024). Integrating AI-driven feedback and virtual reality simulations in virtual leadership classrooms: Enhancing psychological skill development. *Journal of Educational Technology & Society*, *27*(3), 45–58.
[22] Zhang, Y., Li, M., & Han, S. (2022). On a path to becoming more self-regulated: Reflective journals' impact on Chinese EFL students' self-regulated writing strategy use. *Frontiers in Psychology, 13*, https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1042031.

ЕФЕКТИВНІ ПЕДАГОГІЧНІ МЕТОДИ ВИКЛАДАННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНОЇ ТЕОРІЇ ТА ЛІДЕРСТВА У ЗАРУБІЖНИХ ДЖЕРЕЛАХ

Наталія Батрин
кандидат філологічних наук, доцент,
доцент кафедри міжнародних економічних відносин
Західноукраїнський національний університет, Україна

Анотація. *У статті досліджуються інноваційні та науково обґрунтовані педагогічні методи, адаптовані до викладання організаційної теорії та лідерства. Наголошується на обмеженнях традиційного лекційного підходу у контексті складності та міждисциплінарності зазначених дисциплін. Основну увагу приділено інтерактивним, орієнтованим на студента стратегіям, таким як проблемно-орієнтоване навчання (PBL), аналіз кейсів, моделювання та цифрова інтеграція як ефективним засобам поглиблення розуміння ключових концепцій та розвитку лідерських компетентностей. Особливе місце займають рефлексивні методи навчання, що сприяють розвитку критичного мислення, емоційного інтелекту та здатності до етичного прийняття рішень. У підсумку надано поради щодо узгодження педагогічних підходів з очікуваними результатами навчання та актуальними технологічними тенденціями у вищій освіті.*
Ключові слова: *інтерактивні методи навчання, студенто-центричні стратегії, проблемно-орієнтоване навчання, навчання на основі симуляцій, методи рефлексивного навчання.*

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ARTICLE

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.073

АЛГОРИТМ ВИКОРИСТАННЯ ДОПОМІЖНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ДІТЕЙ З АУТИЗМОМ В ІНКЛЮЗИВНОМУ ОСВІТНЬОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Скрипник Тетяна Вікторівна
д-р. психол. наук, професор
Професор кафедри спеціальної та інклюзивної освіти
Київський столичний університет імені Бориса Грінченка, Україна

Таран Оксана Петрівна
канд. психол. наук, доцент кафедри спеціальної та інклюзивної освіти
Старший викладач
Київський столичний університет імені Бориса Грінченка, Україна

Стратулат Надія Михайлівна
фахівець зі спеціальної освіти за освітньо-професійною програмою «Втручання при аутизмі» кафедри спеціальної та інклюзивної освіти
Київський столичний університет імені Бориса Грінченка, Україна

Анотація. *У статті розглянуто зміст допоміжного обладнання у контексті матеріально-технічного забезпечення інклюзивного навчання осіб з розладами аутистичного спектра. Визначено, що в українській нормативно-правовій документації та методичних розробках недостатньо узгоджено і конкретизовано вживають поняття «розумне пристосування» та «допоміжні засоби навчання». Аналіз проведеного нами анкетування педагогів підтвердив, що вони мають прогалини і в теоретичному, і в практичному планах щодо допоміжного обладнання в інклюзивному освітньому середовищі, зокрема, коли йдеться про осіб з такими комплексними порушеннями, як розлади аутистичного спектра. Нами розроблено систему допоміжного обладнання для освітнього процесу осіб з аутизмом, що передбачає: вплив на їхній психофізичних стан, створення комфортного і розвивального середовища, сприяння покращенню їхньої навчальної діяльності. Визначено також порядок впровадження складників цієї системи допоміжного обладнання. Подані у статті методичні ідеї сприятимуть підвищенню компетентності педагогів – учасників команд супроводу осіб з аутизмом задля впровадження для цих осіб якісного освітнього процесу.*

Ключові слова: *допоміжне обладнання, інклюзивне освітнє середовище, розлади аутистичного спектра.*

Як відомо, інклюзивне навчання передбачає різноманітні види забезпечення, що дають змогу особам з особливими освітніми потребами

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

(ООП) навчатися разом з однолітками у закладах освіти. Серед цих видів забезпечення можна виокремити такі, як: організаційні (*модифікація/адаптація навчального процесу, забезпечення єдності навчально-вихованого та корекційно-розвивального компонентів освіти*); методичні *(розроблення індивідуальних програм розвитку та індивідуальних навчальних планів, адаптація навчальних програм і матеріалів, застосування спеціальних методів, методик та дидактичних засобів, спрямованих на врахування індивідуальних особливостей осіб з ООП*); кадрові (*залучення асистента вчителя, корекційних педагогів, психологів, вчителів-логопедів, які надають підтримку особам з ООП; створення команди супроводу*); матеріально-технічні *(створення безбар'єрного й дружнього до всіх учасників освітнього процесу простору, забезпечення спеціальним обладнанням; доступ до необхідних технічних засобів*) та ін.

У цій статті буде приділено увагу такому аспекту інклюзивного освітнього середовища, як допоміжне обладнання, що вирішує питання модифікації й адаптації освітнього середовища у контексті матеріально-технічного забезпечення інклюзивного навчання. Допоміжне обладнання, що англійською мовою має назву «assistive technology» (допоміжні технології), є компонентом так званого розумного пристосування.

У головному документі з інклюзивного навчання особи з ООП – індивідуальній програмі розвитку (ІПР) – мають бути визначені допоміжні засоби для навчання. Так, у підрозділі 4 ІПР мають бути рекомендації щодо адаптації та модифікації освітнього середовища; надано перелік певних параметрів: освітлення, візуальний розклад, засоби для заохочень і концентрації уваги, карти-підказки й картки-інструкції для покращення навчального процесу, засоби альтернативної комунікації та ін. У підрозділі 8 ІПР – «Забезпечення допоміжними засобами навчання» – запропоновано зазначити, чи мають бути допоміжні засоби (без конкретизації). У підрозділі 9 – «Потреба у розумному пристосуванні» – учасники команди супроводу мають визначити, чи потрібне розумне пристосування для конкретної особи з ООП, а також мають самі описати, яке саме має бути «розумне пристосування» (у випадку потреби). Таким чином, ми бачимо, що інформація про допоміжне обладнання в ІПР, по-перше, не упорядкована (рознесена на три підрозділи), по-друге, вкрай обмежена у переліку можливих компонентів. Постає питання – звідки педагоги мають брати відомості про те, яке саме додаткове обладнання варто вводити в освітній процес для тих чи інших осіб з ООП?

В оприлюдненому у 2018 році «Типовому переліку допоміжних засобів для навчання (спеціальних засобів корекції психофізичного розвитку) осіб з особливими освітніми потребами, які навчаються в закладах освіти» подано великий обсяг різнопланових засобів, які рекомендовано застосовувати для певної категорії осіб з ООП. Так, наприклад, у розділ IV «Корекційні засоби навчання для дітей з тяжкими порушеннями мовлення, з порушеннями інтелекту, у тому числі з РАС» містить: моделі: площинні, об'ємні, муляжі; засоби для сенсомоторної інтеграції; моделі звукові та інтерактивні панелі. Але, на наш розсуд, зазначені у цьому фрагменті засоби представлені некоректно, адже: 1) незрозумілим є поєднання в одну групу різних категорій, які, як відомо, мають різні освітні потреби; 2) подання назв тих чи інших засобів у переліку справляє

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

враження, що вони є рівноцінними щодо впливу на стан розвитку певних осіб, хоча насправді, є засоби, які мають першочергову цінність, а є другорядні.

Подана таким чином інформація не підвищує обізнаність освітян стосовно того, що саме треба застосовувати і чи це вичерпний перелік, а також де це застосовувати, коли саме, у якій послідовності, чому саме так тощо. Відсутність компетентності науковців, методистів і практиків щодо створення відповідного й безперешкодного освітнього середовища для певних осіб з ООП, серед яких є й ті, хто має розлади аутистичного спектра (РАС), унеможливлює розбудову якісного освітнього процесу для них, розкриттю їхнього потенціалу і активного залучення у розмаїття видів діяльності разом з однолітками.

В українських нормативно-правових і навчально-методичних розробках поняття «розумне пристосування» (англ. reasonable accommodation) трактують як:

– внесення за потреби (у конкретному випадку) модифікацій і коректив, які є необхідними, відповідними й виправданими [1, с.11].

– адаптація (з урахуванням індивідуальних особливостей) певних продуктів чи послуг [5, с. 32];

– придбання чи модифікація обладнання, чи технічні засоби, необхідні пристосування чи модифікації, навчальні матеріали й правила й інші подібні пристосування [3, с. 6].

Як ми бачимо, розумне пристосування описують через поняття модифікацій, коректив та адаптацій, але недостатньо зрозуміло, про що йдеться, адже відсутня конкретика щодо змісту цих пристосувань та порядку їх застосування. На нашу думку, підбір спеціальних засобів та їх адаптація та до різноманітних потреб осіб з ООП дають змогу реалізувати для них якісну освіти [2].

У зарубіжних дослідженнях доводять, що допоміжні технології сприяють підтримки або поліпшенню: комунікативних, соціальних та емоційних навичок, навичок повсякденного життя та інших адаптивних навичок [6]. Що стосується впливу на осіб з РАС, то йдеться про те, що допоміжні технології можуть позитивно впливати на такі важливі для цієї категорії осіб якості, як: ступінь моторного контролю, рівень зосередженості (підтримання цілеспрямованої уваги), імпульсивність, мотиваційні чинники [7].

Мета роботи. Представити обґрунтований зміст допоміжного обладнання для дітей з аутизмом та алгоритм його застосування в інклюзивному освітньому середовищі.

Застосування допоміжних технологій в освітньому процесі осіб з РАС є необхідним через різноаспектні труднощі, що зумовлені особливостями функціонування їхньої нервової системі і виявляються у таких їхніх проявах, як: захист від незрозумілого і стресогенного довкілля, гіперфокус уваги, жорсткі стереотипні у різних сферах, що обмежують цих осіб у пізнанні навколишнього світу, самореалізації та соціальному розвитку. Відомо, що за умови компетентного командного супроводу можна нормалізувати стан осіб з РАС, розкрити їхній потенціал й підвищити здатність орієнтуватися у довкіллі й бути адаптованим у соціальному середовищі. Зрозуміло, що такі позитивні зміни передбачають достатній ступінь обізнаності педагогів і фахівців стосовно

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

особливостей розвитку осіб з РАС, з одного боку, а з іншого, щодо засобів позитивного впливу на їхній стан задля сприяння їхньому навчанню і розвитку.

Для визначення стану компетентності педагогів із застосування допоміжного обладнання для осіб з РАС нами було проведено анкетування з використанням Google-форми, у якому взяли участь 38 педагогів – учасників команд міждисциплінарного супроводу – з 7 областей України. Структурою анкети стало 11 питань: 7 закритих, що оцінювалися за 5-бальною шкалою Лайкерта та 4 відкритих).

Аналіз результатів анкетування дав змогу визначити, що найвище значення («Так» – 20% і «Скоріш Так» – 36 %) було отримано на питання «Чи використовуєте Ви візуальні засоби (розклади, правила, ілюстровані завдання та інструкції, піктограми, соціальні історії) в освітньому процесі учнів з аутизмом?» Найнижчі значення («Ні», «Скоріш ні») отримано на такі питання: «Чи використовуєте Ви спеціальні комунікативні картки для дітей з РАС в своєму класі?» (68%), «Чи використовуєте Ви у процесі навчання учня з аутизмом засоби для орієнтиру у часі (наприклад, таймери, годинники)?» (68%); «Чи задіюєте Ви певні пристосування, щоб полегшити учневі здатність сидіти за партою?» (56%).

Було два питання, на які не отримано жодної позитивної відповіді «Так»: «Чи є у Вас вільний доступ до використання допоміжного обладнання тоді, коли Вам хотілося б його використовувати?» та «Чи знаєте Ви, яке саме треба допоміжне обладнання, щоб допомогти учню з аутизмом повноцінно долучатися до освітнього процесу разом з однолітками?» (окрім того, на це питання найбільше респондентів давали відповідь «Важко сказати» – 32%).

Відкриті питання були представлені у форматі продовження речень задля виявлення власних уявлень фахівців щодо призначення тих чи інших допоміжних засобів. Характерно, що найбільш поширеними відповідями були – «не знаю, не володію інформацією, або важко сказати». Такі відповіді респонденти давали на питання про те, що можна застосовувати для того, щоб особа з РАС: довше сиділа за столом (партою) – 76%; удосконалювала свої навчальні навички – 72%; набула здатності до соціальної поведінки і стала більш адаптованою – 68%.

Деякі з респондентів мали певні знання щодо тих чи інших засобів, але формулювали свою відповідь занадто узагальнено. Наприклад, щоб особа з РАС краще могла сидіти, була відповідь: треба мати «обладнане місце під її потреби»; щоб удосконалити процес формування навчальних навичок – необхідна «самоосвіта педагога», або «індивідуальний план навчання». Виявлено також, що багато респондентів відчули невпевненість у своїх знаннях та визнавали, що не мають достатньої інформації стосовно того, як надавати підтримку особам з РАС й сприяти їхній соціальній адаптації.

Таким чином, аналіз отриманих результатів за анкетуванням дав змогу зрозуміти недостатню обізнаність фахівців щодо засобів впливу на стан дітей з аутизмом (для покращення їхньої навчальної поведінки), а також – додаткових засобів для підвищення якості освітнього процесу для них.

Нами було систематизовано допоміжне обладнання, яке, на нашу думку, варто застосовувати для осіб з РАС в інклюзивному освітньому середовищі. На наш розсуд, доречно виокремити три напрями застосування цього обладнання:

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

1) засоби для нормалізації психо-фізичного стану; 2) засоби перетворення освітнього простору; 3) засоби самоорганізації. Конкретизацію змісту кожного з цих напрямів застосування представлено у таблиці 1 (табл. 1).

Таблиця 1

Упорядкування допоміжного обладнання для осіб з РАС

Напрями застосування	Вид обладнання	Спосіб застосування
1. Засоби для нормалізації психо-фізичного стану *(сприяти вивільненню напруги, появі узгодженості на рівні тіла, підвищенню адаптивних можливостей осіб з РАС, формувати передумови їхнього навчання і розвитку)*	Масажери (механічні, електричні, вібраційні, ударні, роликові)	Застосовувати не на кушетці, а у природних умовах, в процесі життєдіяльності дитини. Так особа з РАС отримує досвід нових відчуттів та інтегрує їх у своє життя
	Засоби з обтяженням (ковдра, килимок, манжети, м'ячі, іграшки)	Застосувати і вдома, і у закладі освіти для відчуття цілісності свого тіла (загортання у ковдру) та тренування вестибулярного апарату (коли тримає засіб з обтяженням)
	Балансири (підвісні й наземні), балансувальний стілець, фітбол, різновисотні доріжки, рухливі платформи	Виконувати вправи на них, а також задіювати у смугах перешкод, з кожним заняттям вносити зміни та підвищувати складність
	Еспандери (гумові, селіконові), еспандери-петлі, трубчасті еспандери з ручками, гантелі	Регулярно робити силові вправи, при цьому фіксувати кількість разів чи тривалість виконання, з кожним днем збільшувати навантаження
	Спортивне знаряддя: м'ячі (волейбольні, баскетбольні), скакалки, канати, обручі, гладіаторська сітка, мати, гімнастичні палки та стрічки	Впливати на розвиток загальної моторики, сприяти появі сили, вправності, мобільності, гнучкості, витривалості, а також здатності до командної взаємодіє
2. Засоби перетворення освітнього простору *(поетапне створення комфортного і розвивального середовища)*	Перегородки для зонування, відповідні надписи, м'які модулі, блоки та меблі	Вчити особу з РАС орієнтуватися на впзначені межі, контролювати своє знаходження у просторі
	Сенсорний куток зі спеціальним правилом вибору діяльності, таймером і необхідними засобами	Сприяти засвоєнню правила потрапляння у куток, вибору виду діяльності та дотриманню часу перебування там
	«Робоча система» (елемент програми TEACCH)	Оволодіти послідовністю навчальної діяльності: отримання завдання, виконання його, складання виконаної роботи, виконання наступної

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Продовження таблиці 1

Напрями застосування	Вид обладнання	Спосіб застосування
3. Засоби самоорганізації *(розвивати здатність спиратися на себе, керувати собою і бути самостійним)*	Візуальні розклади, графіки, алгоритми дій	Усвідомлювати порядок подій, мати передбачення, що зменшує стрес. Тренувати здатність особи з РАС контролювати процес переходу від однієї діяльності до іншої
	Візуальні правила і процедури	Сприяти засвоєнню правил навчальної поведінки та емоційних проявів з опорою на візуальну підтримку
	Засоби альтернативної комунікації: PECS; PCS, Boardmaker Symbols та ін.	Поетапно налагоджувати комунікацію з урахуванням природної мотивації особи з РАС, вчити виявляти ініціативу, звертаючись до іншої людини з використанням карток
	Засоби для контролю часу: таймери, пісочні годинники, годинники різного типу, дзвоники	Розвивати здатність до самоконтролю та саморегуляції, а також – витримувати ситуації переходу (до іншої дії або іншого приміщення)
	Персональні розробки з опорою на метод «Соціальні історії»	Звертати увагу особи з РАС на актуальну для неї соціальну історію для відпрацювання соціальних навичок

[авторська розробка]

Запропонована нами система допоміжного обладнання для освітнього процесу осіб з РАС враховує комплексне задіяння їхніх власних ресурсів та ресурсів середовища. При цьому, варто зазначити, що однаково цінними є два вектори впливу: 1) на саму особу з РАС, щоб вона стала здатною бачити та чути інших людей (дорослих і однолітків), наслідувати й долучатися до спільної діяльності, орієнтуватися на засоби самоорганізації; 2) на освітній простір, який спочатку варто зробити комфортним для осіб з РАС, враховуючи їхню схильність до структурованості, а потім – розвивальним, спільним для всіх.

Розроблена нами система допоміжного обладнання для навчання і розвитку осіб з РАС в умовах інклюзії дає змогу заповнити прогалини педагогів у знаннях про дієві засоби впливу на стан цих осіб й освітнє середовище задля підвищення ефективності освітнього процесу. Структуровано представлені групи допоміжного обладнання щодо напрямів застосування та способу (алгоритму) застосування є предметними методичними ідеями, які можуть бути впровадженні у практику повсякденного супроводу осіб з РАС.

Перспективу подальшого дослідження ми убачаємо у встановленні доречності застосування тих чи інших груп допоміжного обладнання у відповідності до особливих освітніх потреб особи з РАС, при тому, враховуючи зони відповідальності учасників команди її супроводу.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Список використаних джерел:

[1] Садова, І. І. (2019). Основи дефектології та інклюзивної освіти. *Редакційновидавничий відділ Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка*. 242 с. http://ir.dspu.edu.ua/jspui/handle/123456789/4330

[2] Скрипник, Т. В., Мартинчук, О. В., Найда, Ю. М., & Заєркова, Н. В. (2024). Інноваційні шляхи підвищення інклюзивної компетентності педагогів закладів освіти з опорою на досвід Польщі. *Інноваційна педагогіка*, (73), 120-126. DOI https://doi.org/10.32782/2663-6085/2024/73.24

[3] Федорович, І. (2017). Розумне пристосування. *Від теорії до практики. Київ*.

[4] Чайка, М. С., Усатенко, Г. В., & Кривоногова, О. В. (2021). Теорія та практика використання альтернативної комунікації для осіб з особливими освітніми потребами. ФОП Усатенко Г. В.

[5] Шестопалова, О. П., Трушик, О. В., Склянська, О. В., Жукова, Л. В., Дорошенко, Л. В., & Смехньова, Т. В. (2019). Теорія і практика інклюзивної освіти [навчально-методичний посібник]. https://doi.org/10.31812/123456789/3544

[6] Lang, R., Ramdoss, S., Raulston, T., Carnet, A., Sigafoos, J., Didden, R., ... & O'Reilly, M. F. (2014). Assistive technology for people with autism spectrum disorders. *Assistive technologies for people with diverse abilities*, 157-190.

[7] Schwanke, T. D., & Smith, R. O. (2005). Assistive technology outcomes in work settings. *Work*, *24*(2), 195-204. https://doi.org/10.3233/WOR-2005-00416

ALGORITHM FOR THE USE OF ASSISTIVE TECHNOLOGY FOR CHILDREN WITH AUTISM IN AN INCLUSIVE EDUCATIONAL ENVIRONMENT

Skrypnyk Tetiana
Doctor of Pedagogical Science, professor
Professor of the Department of Special and inclusive education
Borys Grinchenko Kyiv Metropolitan University, Ukraine
Taran Oksana
PhD in Psychology, Associate Professor
Senior lecturer at the department of Special and Inclusive Education
Boris Grinchenko Kyiv Metropolitan University, Ukraine
Stratulat Nadiia
Specialist in special education in the educational and professional
program "Autism Intervention" of the Department of Special and Inclusive Education
Borys Grinchenko Kyiv Metropolitan University, Ukraine

Summary. *The article discusses the content of assistive technology in the context of material and technical support for inclusive education of individuals with autism spectrum disorders. We have determined that Ukrainian regulatory and legal documentation and methodological developments do not sufficiently harmonize and specify the concepts of "reasonable accommodation" and "assistive learning tools." Our analysis of a survey of teachers confirmed that they have gaps in both theoretical and practical knowledge regarding auxiliary equipment in an inclusive educational environment, particularly when it comes to individuals with complex disorders such as autism spectrum disorders. We have developed a system of assistive technology for the educational process of persons with autism, which provides for: influencing their psychophysical state, creating a comfortable and developmental environment, and promoting the improvement of their learning activities. The procedure for implementing the components of this system of assistive equipment has also been determined. The methodological ideas presented in the article will contribute to improving the competence of teachers who are members of teams supporting people with autism in order to implement a high-quality educational process for these individuals.*
Keywords: *assistive technology, inclusive educational environment, autism spectrum disorders.*

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ARTICLE

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.074

ЗАРУБІЖНИЙ ДОСВІД ВПРОВАДЖЕННЯ STEAM ОСВІТИ

НАУКОВО-ДОСЛІДНА ГРУПА:

Малишев Віктор
доктор технічних наук, професор, професор кафедри фундаментальних та медико-профілактичних дисциплін
ПЗВО «Міжнародний Європейський Університет», м. Київ, Україна
вчитель
ліцей №209 «Сузір'я», м. Київ, Україна

Сущенко Алла
редактор
Видавничий дім «Освіта», м. Київ, Україна

Габ Ангеліна
кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри фундаментальних та медико-профілактичних дисциплін
ПЗВО «Міжнародний Європейський Університет», м. Київ, Україна

Орел Ольга
канд. пед. наук,
науковий співробітник
Інститут інноваційної біоекономіки, м. Київ, Україна

Лопух Людмила
вчитель
ліцеЙ №209 «Сузір'я», м. Київ, Україна

Анотація. *У статті аналізується роль STEAM-освіти (наука, техніка, інженерія, мистецтво та математика) у трансформації освітніх процесів в умовах сучасних викликів. Відзначено важливість міждисциплінарного підходу, який сприяє розвитку критичного мислення та інноваційних навичок у учнів.*

Дослідження охоплює зарубіжний досвід впровадження STEAM-освіти, аналізує світовий ринок та визначає основні рушійні сили і обмеження, з якими стикається ця галузь. Основними завданнями є характеристика ринку STEAM-освіти та систематизація досвіду впровадження в різних країнах.

Стаття підкреслює необхідність інтеграції технологій, інноваційних методів навчання та забезпечення рівного доступу до ресурсів для підвищення ефективності навчання. Висновки свідчать про критичну роль STEAM-освіти у підготовці молоді до сучасних професійних викликів і соціального прогресу.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Використані такі наукові методи: метод пошуку даних літературних джерел та аналітичних звітів з досліджуваної тематики; метод аналізу літературних джерел; порівняльний аналіз різних методичних підходів; контент-аналіз документів; метод систематизації та класифікації при проведенні дослідження щодо впровадження та досягнень STEAM освіти.

Ключові слова: *STEAM-освіта, міждисциплінарний підхід, критичне мислення, інноваційні навички, зарубіжний досвід, світовий ринок освіти, технології в освіті, рівний доступ, інтеграція мистецтва, соціальний прогрес, освітні виклики, професійна підготовка, інноваційні методи навчання.*

Вступ. В останні десятиліття наука, техніка, інженерія, мистецтво та математична освіта (STEAM) стали ключовим елементом у трансформації освіти. Важливість STEAM-освіти зумовлена невпинним технологічним прогресом і зростаючою складністю глобальних викликів, можливістю озброювати людей необхідними навичками для адаптації та інновацій, вирішальним значенням для суспільного прогресу [1-3].

STEAM – це освітня концепція, яка відрізняється від традиційної однопредметної освіти, що базується на посібниках і підручниках. Вона являє собою междисциплінарну освітню концепцію, яка приділяє особливу увагу практичному використанню знань різних наук.

Об'єкт дослідження та його технологічний аудит.

Об'єктом дослідження є зарубіжний досвід впровадження STEAM освіти.

Мета та завдання дослідження

Метою дослідження є дослідження стану та перспектив зарубіжного досвіду STEAM-освіти. Для досягнення поставленої мети слід виконати наступні завдання:

- здійснити загальну характеристику світового ринку STEAM-освіти;
- систематизувати та узагальнити дані щодо впровадження STEAM-освіти в різних країнах світу.

Дослідження існуючих проблем. Основна увага STEAM-освіти зосереджена на зміцненні освіти учнів у п'яти аспектах [1-4]:

- наукова грамотність - використання наукових знань різних наук для розуміння природного світу та участі в процесі впливу на нього;
- технічна грамотність - здатність розуміти, оцінювати, керувати та використовувати технології для власних потреб;
- інженерна грамотність – розуміння та володіння процесом проєктування, здійснювати розробки технічної інженерії;
- математична грамотність - здатність відкривати, висловлювати, пояснювати та вирішувати математичні задачі в різних ситуаціях, доводити істинність положень і тверджень;
- художня грамотність - розвиток естетичних уявлень, оцінювання та творчих здібностей, їх спільного використання з іншими науками.

В оглядових дослідженнях [5, 6] підкреслюється, що як STEAM освіта вийшла за рамки простої комбінації п'яти предметів і перетворюється в інтегрований міждисциплінарний підхід, необхідний для розробки та набуття таких ключових навичок, як критичне мислення та можливість вирішення

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

проблем. Наголошується на необхідності STEAM в підготовці учнів та студентів до майбутнього життя.

У своїй державній політиці у сфері освіти Україна дотримується напрямків розвитку країн Європейського Союзу та світового співтовариства, які спрямовані на впровадження наукового напряму до навчального процесу в навчальних закладах. Дослідно-експериментальний, конструкторський, винахідницький напрямки забезпечують формування в учнівської молоді компетентностей, необхідних на різних рівнях освіти [7, 8]. Здобуття сучасних професій потребує всебічної підготовки й отримання знань із різних освітніх областей природничих наук, інженерії, технологій і програмування, напрямів, які охоплює STEM-освіта [9]. Максимальній реалізації й успішному засвоєнню ключових компетентностей Нової української школи (НУШ) сприятиме впровадження принципів STEAM освіти в навчальний процес. Інтеграція та дослідницько-проєктна діяльність є провідними принципами STEM-освіти, які співзвучно переплітаються з орієнтирами НУШ. Для успішного упровадження STEM-освіти до навчального процесу в закладах освіти важливо розуміння її світових тенденцій та зарубіжного досвіду [10, 11].

Об'єктом дослідження є зарубіжний досвід впровадження STEM-освіти.

Методи дослідження: метод пошуку даних літературних джерел та аналітичних звітів з досліджуваної тематики; метод аналізу літературних даних; порівняльний аналіз різних методичних підходів; контент-аналіз документів; метод систематизації та класифікації при проведенні дослідження.

Виклад основного матеріалу. Дослідження світового ринку STEAM освіти

1. Загальна характеристика світового ринку STEAM освіти. Рушійні сили, обмеження, можливості та виклики. Обсяг світового ринку STEAM освіти становив 20 млрд. дол. США у 2024 році і, за прогнозами, до 2031 року досягне 39 млрд. дол., зростаючи зі сукупним середнім темпом зростання (CCTЗ) 10% протягом прогнозованого періоду 2024-2031 років [12]. За даними [13] обсяг світового ринку STEAM-освіти оцінювався майже у 15 млрд. дол. США у 2024 році та, за прогнозами, досягне 37 млрд. дол. до 2031 року, зростаючи з CCTЗ 14,3% протягом прогнозованого періоду. Розбіжності щодо обсягів ринку та CCTЗ за ними [12] та [13] зумовлено різними методиками сегментації та урахуванням різної кількості сегментів. Зі зростанням акценту на інноваціях та креативності в освіті, прогнозується значне зростання ринку. За даними Національного наукового фонду, очікується, що кількість робочих місць у сфері STEM зросте на 8% з 2019 по 2029 рік, що швидше, ніж середній показник для всіх професій [14]. Це зростання підкреслює необхідність системи освіти, яка сприяє міждисциплінарному навчанню, заохочуючи учнів та студентів застосовувати свої навички в реальних ситуаціях.

Світовий ринок STEAM освіти являє собою інтеграцію науки, технологій, інженерії, мистецтва та математики в освітні програми та практики і залежить від кількох ринкових чинників. Аналіз результатів наукових публікацій [1-3, 5, 6] та даних аналітичних звітів [12-14] дозволяє узагальнити та систематизувати рушійні сили світового ринку STEAM освіти:

- підвищений акцент на використання STEM-навичок;
- інновації в сучасних освітніх технологіях;

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

- інтеграція мистецтва в STEAM;
- зростання урядових ініціатив та фінансування;
- зростання глобальної конкуренції;
- зосередження на критичному мисленні та вирішенні проблем;
- зростання ролі проєктного навчання;
- підтримка батьків та громади;
- потреби в розвитку кваліфікованої робочої сили;
- онлайн-навчання та доступність;
- ініціативи щодо різноманітності та інклюзії.

Ринок STEAM швидко зростає, але він водночас стикається з деякими ринковими обмеженнями, які можуть негативно вплинути на його розвиток та розширення. Аналіз результатів наукових публікацій [1-3, 5, 6] та даних аналітичних звітів [12-14] дозволяє узагальнити та систематизувати ключові ринкові обмеження:

- нестача фінансування та бюджетні обмеження;
- брак кваліфікованих викладачів програм STEAM;
- нерівний доступ до ресурсів та програм STEAM;
- супротив змінам у навчальних програмах;
- широке впровадження стандартизованого тестування;
- технологічні бар'єри впровадження;
- зміна вимог сучасної галузі освіти;
- культурні проблеми та проблеми сприйняття;
- обмежена сталість програм за рахунок грантів або тимчасових джерел фінансування, що ускладнює забезпечення довгострокової сталості без постійної підтримки;
- глобальна конкуренція на ринку.

Одним із суттєвих викликів, з якими стикається ринок освіти у сфері STEAM, є швидкі темпи технологічного прогресу. Освітяни повинні постійно оновлювати свої навчальні програми, щоб йти в ногу з новими технологіями та методологіями. Це вимагає постійного професійного розвитку та підтримки вчителів, що не завжди можливо в рамках сучасних освітніх систем. Більше того, нерівність у доступі до якісної освіти у сфері STEAM для різних соціально-економічних верств населення може створювати нерівність у можливостях навчання. Згідно зі звітом Національного наукового фонду, учні з малозабезпечених сімей значно рідше беруть участь у позакласній діяльності, пов'язаній зі STEAM, що ще більше збільшує розрив у успішності.

2. Зарубіжний досвід впровадження STEAM освіти.

Розробка навчальних програм STEAM освіти.

Розробка ефективної навчальної програми STEAM передбачає більше, ніж просто поєднання науки, технології, інженерії, мистецтва та математики. Це потребує цілісного підходу, який інтегрує ці дисципліни таким чином, що відображає реальні сценарії та проблеми освіти. За рекомендаціями Інституту модернізації змісті освіти [15] STEAM - програмами прийнято вважати такі, які відповідають основним критеріям:

- актуальність та іноваційність змісту;
- розумілість процесу реалізації програми (що конкретно роблять учні, які умови та обладнання необхідні для ефективної реалізації);

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

- наявність методики, яка дозволяє використовувати програму у будь-якому навчальному закладі;
- досягнення освітнього та виховного педагогічного результату та наявність інструментів для його вимірювання;

та розробляються за такими основними напрямами:

- інтегровані, міжпредметні навчальні програми;
- робототехніка та інженерні розробки;
- «розумні пристрої» Інтернету речей;
- 3D- моделювання.

Аналіз результатів наукових публікацій [16-21] дозволяє узагальнити та систематизувати ключові аспекти побудови та дизайну ефективної навчальної STEAM програми:

• міждисциплінарний підхід - навчальна STEAM програма має виходити за рамки окремих предметів, заохочуючи учнів та студентів до встановлення зв'язків між різними науковими та математичними принципи в практичних застосуваннях;

• актуальність у реальному світі - проєкти та уроки повинні бути розроблені відповідно до реальних проблем і запитів, що робить навчання більш захоплюючим і актуальним;

• прогресивне навчання - навчальна програма має ґрунтуватися на наявних знаннях учнів та студентів з набуттям навичок, які поступово стають складнішими та витонченішими;

• інклюзивність та різноманітність - навчальна програма має бути доступною та привабливою для широкого кола учнів та студентів, включаючи групи, які недостатньо представлені в сферах STEAM.

3. Інноваційні методики навчання в STEAM-освіті.

Інноваційні методики навчання в STEAM-освіті сприяють активному та практичному освоєнню знань в галузях науки, технологій, інженерії, мистецтва та математики. Вони спрямовані на розвиток навичок критичного мислення, творчості та співпраці, а також на реальне застосування знань у вирішенні складних завдань.

Інноваційні методики навчання є ключовими в STEAM освіті, оскільки вони значно впливають залучення та розуміння учнів та студентів. В дослідженнях [22-25] наведено деякі ефективні методології навчання:

- проєктне навчання - цей метод передбачає роботу учнів та студентів протягом тривалих періодів над складними, багатогранними проєктами, які вимагають використання знань та навичок з різних STEAM предметів, та сприяє розвитку творчості, критичного мислення та навичок командної роботи, відповідаючи на справжні наукові та інженерні виклики;
- проблемне навчання – цей метод передбачає використання проблемних ситуацій, які вимагають від учнів та студентів аналізу та пошуку рішень, використовуючи знання STEAM та розвиває критичне мислення, вміння знаходити інформацію та використовувати її для вирішення проблем;
- дослідницьке навчання – використання цього методу означає проведення експериментів та досліджень для вивчення навколишнього світу, що допомагає учням та студентам не лише опанувати знання, але й розвинути навички дослідника та критичного мислення;

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

- ігрове та інтерактивне навчання – ігри та інтерактивні елементи сприяють більш захоплюючому та цікавому процесу навчання, що розвиває навички критичного мислення, креативність та проблемне мислення.
- додавання мистецтва (Arts) до STEM-освіти (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) – інтеграція мистецтва стимулює творчість та інноваційне мислення;
- навчання на основі запитів – учні та студенти навчаються, досліджуючи, ставлячи запитання та експериментуючи, що сприяє глибшому розумінню наукових концепцій і наукового методу;
- спільне навчання - групові проєкти та спільне вирішення проблем відображає орієнтований на командну роботу характер реальних STEAM завдань;
- перевернуті моделі класу та аудиторії - ці моделі змінюють традиційну структуру навчання, учні та студенти спочатку знайомляться з новим матеріалом поза уроками, а потім використовують час занять для участі в інтерактивних практичних заходах;
- особисністне навчання - STEM-освіта сприяє розвитку особистості учнів та студентів, допомагаючи їм сформувати світовід, життєві цінності та природничо-наукову картину світу.

4. Технології у сучасній STEAM освіті.

Технології відіграють фундаментальну роль у сучасній STEAM освіті як інструмент для навчання і предмет дослідження. В якості технологій у STEAM освіті використовують:

- інтерактивні платформи та програмне забезпечення – забезпечують можливість моделювання процесів, візуалізації даних, симуляції та розв'язання складних задач (наприклад, програми для 3D-моделювання, математичного моделювання та програмного коду)
- робототехніка та програмування – використовують для створення роботів, автоматизації процесів, розробки програмного забезпечення, навчання основ програмування та логіки;
- інтерактивні навчальні ресурси – забезпечують створення занять, які залучають учнів до процесу навчання, надають індивідуальні підходи та можливість взаємодії з матеріалом;
- віртуальні та змішані реальності – сприяють зануренню в експерименти, моделювання процесів, віртуальних турів та інтерактивних навчальних середовищ;
- онлайн-ресурси та платформи – забезпечують спільну роботу в команді, обмін знаннями та досвідом, а також створюють можливості для самостійного навчання.

Перевагами використання технологій у STEAM є:

- підвищення зацікавленості в навчанні - технології допомагають зробити навчання більш привабливим та цікавим, що в свою чергу збільшує мотивацію учнів та студентів;
- розвиток необхідних навичок - практичне застосування знань за допомогою технологій сприяє формуванню конкретних навичок, таких як програмування, робототехніка, 3D-моделювання тощо.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

- розширення можливостей навчання - технології дають можливість учням та студентам вивчати складні процеси та проблеми, які складно чи неможливо досліджувати у реальному житті;
- командна робота та спілкування - онлайн-платформи та інтерактивні ресурси сприяють взаємодії учнів між собою та з учителем, що сприяє розвитку командних навичок та ефективного спілкування.
- підвищення ефективності навчання - технології допомагають учителю ефективно управляти навчальним процесом, індивідуалізувати навчання та оцінювати прогрес учнів та студентів.

Загалом, технології є важливим інструментом для STEAM-освіти, який допомагає учням розвивати необхідні навички, набувати практичні знання та підготуватись до кар'єри в науці, технологіях, інженерії та математиці.

Інтеграція технологій в STEAM освіту включає [26-29]:

• інструменти освітніх технологій - використання програмного забезпечення, моделювання та онлайн-ресурсів для покращення навчання та забезпечення інтерактивного досвіду;

• цифрова грамотність - інтеграція цифрових навичок і кодування в навчальну програму, їх важливість у всіх STEAM галузях;

• онлайн і змішане навчання - використання онлайн-платформ для викладання та навчання, що дозволяє отримати більш персоналізовану та доступну STEAM освіту;

- аналіз даних - використання інструментів аналізу даних у навчальній програмі, щоб навчити учнів та студентів інтерпретувати та використовувати дані, що є важливою навичкою в сучасних професіях STEAM.

5. STEAM освіта і рівний доступ та справедливість.

Одним із важливих викликів в STEAM освіті є забезпечення рівного доступу та справедливості. Розбіжності в STEAM освіті можуть виникати через різні фактори [30-33]:

• соціально-економічні бар'єри - учні та студенти з нижчого соціально-економічного становища можуть мати обмежений доступ до якісної STEM-освіти через брак ресурсів у школах, наприклад, сучасного лабораторного обладнання та досвідчених викладачів;

• гендерні та расові відмінності - існує помітна недостатня представництво учениць та студенток і певні расові та етнічні групи;

• географічні обмеження – учні та студенти у сільській місцевості або віддалених районах часто мають менший доступ до якісної STEAM освіти та ресурси порівняно з міськими групами;

• учні та студенти з особливими потребами – учні та студенти з обмеженими можливостями або особливими потребами можуть зіткнутися перешкодами для доступу або повної участі в STEAM освіті.

Ефективність STEAM-освіти значною мірою залежить від якості викладання та доступності ресурсів. Проблеми в цій сфері включають [34-36]:

• професійний розвиток - багато викладачів можуть не мати спеціальної підготовки в галузі STEAM дисциплін, особливо в інтеграції цих предметів у міждисциплінарний спосіб;

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

• підтримка навчального плану - педагогам часто потрібно більше ресурсів і вказівок для ефективної роботи та впровадження навчальних програм STEAM, які є динамічними та цікавими;

• наявність ресурсів - недостатнє фінансування може обмежити доступність необхідних таких ресурсів, як лабораторне обладнання, технологічні інструменти та сучасні навчанні матеріали.

Рішення зазначених проблем передбачають збільшення інвестицій у програми підготовки педагогів, забезпечення адекватні ресурси для STEAM освіти та створення мереж підтримки для освітян.

6. STEAM освіта: зацікавленість у навчанні, соціальні та економічні сфери життя. Підтримка залученості та інтересу учнів та студентів до предметів STEAM є постійною проблемою, особливо тому, що навчальна програма стає складнішою. Фактори які сприяють цьому виклику, включають [37-39]:

• уявна складність - багато учнів та студентів вважають предмети STEAM за своєю суттю складними, що може збентежити;

• відповідність повсякденному житті - учням та студентам часто важко побачити зв'язок між їхніми STEAM дослідження та застосуванням на практиці та в реальному світі;

• підходи до навчання - традиційні методи навчання, що базуються на лекціях, можуть не бути ефективними у залученні учнів та студентів до динамічних і практичних предметів.

Для протистояння цим викликам, освітні стратегії, такі як проєктне навчання, реальні вправи з вирішення проблем, а також інтеграцію технологій можна використовувати для створення предметів STEAM, роблячи їх більш привабливими та актуальними для життя учнів та студентів.

STEAM-освіта суттєво впливає не лише на освіту, але й на соціальні та економічні сфери життя. Вона має велике значення як фактор впливу на успішність учнів, розвиток навичок і підготовленість до майбутньої роботи. STEAM освіта суттєво впливає на успішність учнів і розвиток навичок кількома шляхами [39, 44-47]:

• розширені когнітивні навички - STEAM освіта сприяє розвитку критичного мислення та аналітичних навичок; Вивчення STEAM предметів допомагає учням розвивати розумову діяльність, самі предмети спрямовані на дослідження, проведення дослідів та розуміння існуючої системи знань;

• покращена академічна успішність - дослідження показали, що учні та студенти, які займаються за STEAM освітою, часто досягають кращих результатів не лише в науці, а і в окремих предметах завдяки міждисциплінарному підходу та використанню аналітичних навичок;

• розвиток технічних навичок - STEAM освіта надає учням та студентам спеціальні технічні навички, такі як: програмування, аналіз даних і наукові експерименти, які стають все більш важливими в епоху цифрових технологій;

• стимулювання творчості та інновацій - шляхом інтеграції технологій та техніки, наукових досліджень, междисциплінарності STEAM освіта заохочує до творчості, вирішення складних завдань, інновацій, формування навичок, які високо цінуються в різних сферах діяльності.

Актуальність STEAM-освіти виходить за межі академічних установ і має важливе значення в підготовці трудових ресурсів, в першу чергу для

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

задоволення потреб промисловості [44, 45]. Оскільки світова економіка стає все більш орієнтованою на технології, зростає попит на професіоналів із сильним досвідом STEAM.

Кар'єрні можливості: STEM-освіта відкриває широкий спектр кар'єрних можливостей у таких галузях, як інженерія, охорона здоров'я, інформаційні технології та дослідження, багато з яких є одними з найшвидше зростаючих та високооплачуваних професій. Люди з міцною базою в STEAM-предметах роблять значний внесок у технологічні інновації та економічне зростання. Вони також відіграють життєво важливу роль у вирішенні основних глобальних проблем, таких як зміна клімату, охорона здоров'я та сталий розвиток, шляхом пропонування інноваційних рішень за допомогою науки та технологій. Таким чином, STEM-освіта є вирішальною для підтримки конкурентної переваги на світовому ринку [46, 47].

7. Актуальні тенденції розвитку STEAM освіта. Протягом останніх років STEAM-освіта розвивається безпрецедентними темпами, віддзеркалюючи швидкий розвиток технологій. Це підкреслює, що сфера освіти має адаптуватися та розвиватися, враховуючи сучасні вимоги. Аналіз результатів наукових публікацій [1-3, 5, 6, 48-50] та даних аналітичних звітів [12-14] дозволяє узагальнити та систематизувати актуальні тенденції STEAM-освіти, які сприяють вдосконаленню способів викладання навчальних предметів та здійсненню їх вивчення більш доступним і привабливим для школярів та студентів:

- використання штучного інтелекту [51, 52] – в STEM-освіті відбувається зростання ролі штучного інтелекту, використання можливостей якого допоможе педагогічним працівникам адаптувати навчальні програми відповідно до стилів викладання та особливостей кожного учня; здатність ШІ аналізувати величезні обсяги освітніх даних сприятиме постійному вдосконаленню навчальних STEM програм та їх оптимізації;
- віртуальні лабораторії [53-55] – впровадження віртуальних лабораторій і симуляцій спрямовано на зміну підходу до практичних аспектів STEM-освіти; поширеність цифрових лабораторій дозволить учням та студентам проводити експерименти та досліджувати наукові явища у віртуальному середовищі з подоланням обмежень фізичних лабораторних приміщень та ресурсів, вирішенням проблеми доступності та масштабності практичного навчання;
- перетворення STEM на STEAM з інтеграцією мистецтва [56, 57] – зростаюча увага до креативності та інновацій в природничих науках, технологіях, інженерії та математиці викликає інтеграцію Arts у STEM; це сприяє зосередженню на цілісному підході до освіти та допомагає учням та студентам розвинути широкий спектр навичок та знань, необхідних для успіху в сучасному світі, завдяки таким перевагам:

✓ включення мистецтва в STEM-освіту стимулює творче мислення, заохочуючи учнів мислити нестандартно та підходити до розв'язання проблем по-новому;

✓ елементи мистецтва роблять предмети STEM більш привабливими та доступними, особливо для тих учнів та студенті, які не захоплюються природничими науками та математикою;

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

✓ мистецтво дозволяє учням розвинути навички вирішення проблем, аналізу інформації та прийняття рішень;

✓ STEAM-проєкти часто реалізуються командою, що сприяє розвитку навичок співпраці, необхідних для сучасного ринку праці;

• екологічне спрямування [58, 59] - освіта з питань збереження навколишнього середовища та клімату набуває все більшої актуальності; заохочення до таких досліджень надає школярам відповідні контексти реального світу та розширює можливості для практичного навчання; включення цих тем до навчальних програм STEM є важливим кроком у напрямку відновлення країни та створення більш стійкого майбутнього для України;

• розвиток навичок програмування [60, 61] - кодування стає фундаментальною навичкою, подібною до читання та письма; очікується поглиблення інтеграції кодування в ранню освіту, що підкреслює його важливість для розвитку дітей; знайомство з програмуванням у молодшому віці не тільки знайомить учнів з мовою технологій, але й розвиває навички вирішення проблем, логічне мислення та творчі здібності;

• доступність та інклюзія [62, 63] - доступність та інклюзивність стануть ключовими пріоритетами у STEAM-освіті, що призведе до можливості учнів та студентів досягти успіху в STEM-галузях незалежно від їхнього соціально-економічного статусу чи особливих освітніх потреб; створення якісного інклюзивного середовища визначається:

✓ доступністю ресурсів, навчальних матеріалів і технологій для всіх школярів та студентів;

✓ можливістю за допомогою програм наставництва ознайомити учнів та студентів з моделями для наслідування з різних професій у STEAM-галузях;

✓ заохоченням співпраці під час створення та реалізації групових проєктів, в яких цінуються різні точки зору та допомога один одному;

• цифрова грамотність [64, 65] - в епоху цифровізації одним із найважливіших кроків у STEM-освіті є посилена увага до цифрової грамотності; цифрові технології є ефективними інструментами для навчання і дослідження та зміни способу взаємодії з навколишнім світом шляхом:

✓ використання цифрових інструментів під час проведення лабораторних робіт, створення презентацій або виконання проєктів для кращого розуміння складних наукових та інженерних ідей;

✓ заохочення учнів та студентів до критичного мислення щодо використання технологій, які впливають на суспільство або які можна використовувати для розв'язання проблем;

✓ надання учням та студентам можливості для навчання в реальному світі (екскурсії до технологічних компаній або створення цифрових продуктів для повсякденного життя);

✓ заохочування учнів та студентів не лише вправно володіти технологіями, але й розуміти їх значення та застосування [52, 63];

• практична спрямованість навчання [66, 67] – на зміну традиційним методам навчання, які часто є не ефективними для STEAM-дисциплін завдяки одноманітності та незацікавленості, неможливості застосування теоретичних

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

знань на практиці, приходить практичне та інтерактивне навчання; таке навчання допомагає краще зрозуміти складні наукові та інженерні концепції, а також розвивати критичне мислення та навички вирішення проблем шляхом:

✓ проведення лабораторних експериментів, що дозволить спостерігати за природними явищами в реальному часі та проводити наукові дослідження;

✓ здійснення проєктної роботи проєктів, які заохочують учнів та студентів використовувати свої знання та навички для вирішення реальних проблем (наприклад, пов'язаних з місцевою спільнотою або з глобальними проблемами);

✓ використання інтерактивних навчальних ресурсів (симуляції та віртуальні лабораторії), що сприятиме проводженню більш цікавих досліджень;

- спільне навчання та командна робота [68, 69] - індивідуальне навчання поступається пріоритетним місцем груповій роботі та командним завданням, що відображає реальні умови праці у сферах STEAM, де командна робота та співпраця важливі; середовище колективної роботи дозволяє вирішувати складні проблеми, обмінюватися ідеями та навчатися один в одного, розвивати комунікативні та міжособистісні навички;
- поєднання різних форматів навчання [70, 71] - гнучке поєднання різних форматів навчання спрямовано на забезпечення різноманітних можливостей для навчання та розвитку учнів та студентів, які відповідають їхнім індивідуальним потребам і стилям навчання; такий підхід дозволяє навчатися у зручний час, самостійно планувати свій темп навчання, обирати теми, які найбільше цікавлять та оперативно отримувати підтримку з боку викладачів та однокласників у разі потреби;
- впровадження соціально-емоційного навчання [72, 73] - важливість розвитку навичок управління своїми емоціями, побудови стосунків та прийняття відповідальних рішень; соціально-емоційне навчання – це спосіб буття, який допомагає людям долати життєві труднощі здоровим та продуктивним чином; цей спосіб навчає таким навичкам, як комунікація, емпатія та самосвідомість, які є важливими для успіху як в особистих, так і в професійних стосунках;
- навчання нанотехнологій [74, 75] – впровадження уроків або модулів, розроблених для швидкого та легкого виконання з урахуванням вподобань сучасних учнів та студентів; нанонавчання може приймати різні форми, такі як короткі відео, інтерактивні вікторини, інфографіка, подкасти та мікроблоги тощо; нанонавчання є гнучким, доступним, економічно ефективним та зручним для учнів та студентів, які віддають перевагу використанню своїх мобільних пристроїв для доступу до навчальних матеріалів;
- інтеграція захопливої реальності [76, 77] - дослідження світу, що виходить за межі уяви, або навчання через інтерактивний досвід без будь-яких фізичних бар'єрів; інтеграція технологій доповненої реальності та віртуальної реальності втілює ці бажання в реальність; ці технології мають потенціал для покращення навчального процесу та надання віртуального досвіду, який долає бар'єри вартості та відстані для учнів та студентів;
- просування освіти з питань зміни клімату [78, 79] - зі зростанням частоти стихійних лих та висвітленням зміни клімату молоді люди стають більш

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

обізнаними про вплив потепління планети та зацікавленими в пошуку вирішення цієї проблеми; ЮНЕСКО здійснює заходи щодо інтеграції кліматичної освіти в навчальні заклади з метою, щоб до 2030 року 50% закладів були «зеленими», що сприятиме сталому навчанню та підвищуватиме обізнаність про кліматичну кризу.

Підсумовуючи, майбутнє STEAM-освіти є багатообіцяючим, з'являються нові захоплюючі тенденції її розвитку. Розуміння цих подій може допомогти викладачам, учням, студентам та фахівцям позиціонувати себе для досягнення успіху в майбутньому.

Висновки

1. STEAM освіта відіграє ключову роль у підготовці молоді до викликів сучасного світу, сприяючи розвитку критичного мислення, креативності та навичок вирішення проблем, необхідних для успішної кар'єри та особистісного розвитку. Крім індивідуальності кар'єрного успіху, STEM освіта має вирішальне значення для суспільного прогресу.

2. Рушійними силами світового ринку STEAM освіти є підвищений акцент на використання STEM-навичок, інновації в освітніх технологіях, інтеграція мистецтва в STEAM, зростання урядових ініціатив та фінансування, зростання глобальної конкуренції, зосередження на критичному мисленні та вирішенні проблем, зростання ролі проєктного навчання, підтримка батьків та громади, потреби в розвитку кваліфікованої робочої сили, онлайн-навчання та доступність, ініціативи щодо різноманітності та інклюзії.

3. Ключовими ринковими обмеженнями світового ринку STEAM освіти є нестача фінансування та бюджетні обмеження, брак кваліфікованих викладачів, нерівний доступ до ресурсів та програм STEAM, супротив змінам у навчальних програмах, широке впровадження стандартизованого тестування, технологічні бар'єри впровадження, зміна вимог галузі, культурні проблеми та проблеми сприйняття, обмежена сталість програм, глобальна конкуренція на ринку.

4. Систематизовано та узагальнено зарубіжний досвід впровадження STEAM освіти в аспектах розробки навчальних програм, інноваційних методик навчання, технологій навчання, рівного доступу та справедливості, зацікавленості у навчанні, соціальних та економічних сфер життя, актуальних тенденцій розвитку.

Список використаних джерел:

[1] Han, J., Kelley, T., & Knowles, J. G. (2021). Factors Influencing Student STEM Learning: Self-Efficacy and Outcome Expectancy, 21st Century Skills, and Career Awareness. Journal for STEM Education Research, 4(2), 117–137. https://doi.org/10.1007/s41979-021-00053-3

[2] Grassini, S. (2023). Shaping the Future of Education: Exploring the Potential and Consequences of AI and ChatGPT in Educational Settings. Education Sciences, 13(7), 692. https://doi.org/10.3390/educsci13070692

[3] Erasmus Sulai M., Ibrahim Sulai E., (2020). Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) education: a tool for national development. International Journal of Educational Research, 8(1). P. 117-126. https://www.ajol.info/index.php/ijer/article/view/205029#:~:text=Abstract,national%20development%20can%20be%20achieved.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[4] Global STEAM Education Market Research Report 2025. https://reports.valuates.com/market-reports/QYRE-Auto-39O10014/global-steam-education
[5] Yi, X., Zhiying, L., Khushk, A. & Zengtian, A. (2023). Tecnología Innovación en la Educación STEM: Una Revisión y Análisis. International Journal of Educational Research and Innovation (IJERI), 19, 29-51. DOI https://doi.org/10.46661/ijeri.7883
[6] Marzuki, O. F., Lih, E. T. Y., Abdullah, W. N. Z. Z. @, Khairuddin, N., Inai, N. H., Saad, J. B. M., & Aziz, M. H. A. (2024). Innovating Education: A Comprehensive Review of STEM Education Approaches. International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development, 13(1), 614–631.Vol. 1 3, No. 1, 2024, E-ISSN: 2226-6348 © 2024 DOI: https://doi.org/10.6007/IJARPED/v13-i1/20490
[7] Колток Л., Іваник Н. (2020). Упровадження STEM-освіти в освітній процес Нової української школи. Науковий збірник «Актуальні питання гуманітарних наук: міжвузівський збірник наукових праць молодих вчених Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка», Том 3, № 27, С. 133-136. https://www.aphn-journal.in.ua/archive/27_2020/part_3/25.pdf
[8] Іванюк Т. (2017). STEM як освітній ресурс XXI століття. STEM-освіта та шляхи її впровадження в навчально-виховний процес. Тернопіль, 2017. С. 14– 18. http://elar.ippo.edu.te.ua:8080/bitstream/123456789/4561/1/Ivanyuk.pdf
[9] Ночевчук М. Впровадження елементів STEM-освіти у навчання математики та фізики. URL: https://vseosvita.ua/library/statta-na-temu-vprovadzenna-elementiv-stem-osviu-navcanna-matematiki-ta-fiziki-84380.html.
[10] Дрокіна, А. (2024). STEM-ОСВІТА ЯК ЕФЕКТИВНИЙ НАПРЯМ РЕАЛІЗАЦІЇ КЛЮЧОВИХ ПОЛОЖЕНЬ КОНЦЕПЦІЇ НОВОЇ УКРАЇНСЬКОЇ ШКОЛИ. Освіта. Інноватика. Практика, 12(3), 20–25. https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol12i3-003
[11] Кухарчук П., Пойда С., Адамович І. (2021). ШЛЯХИ ВПРОВАДЖЕННЯ STEM В ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ УКРАЇНИ. Наукові перспективи, № 12 (18), С. 109-123. https://doi.org/10.52058/2708-7530-2021-12(18)-109-123
[12] Global Steam Education Market. https://www.verifiedmarketresearch.com/product/steam-education-market/
[13] Global STEAM Education Market Research Report 2025. https://reports.valuates.com/market-reports/QYRE-Auto-38P18800/global-online-steam-education
[14] STEAM Education Market Insights. https://www.verifiedmarketreports.com/product/steam-education-market/
[15] Програми STEM. Інститут модернізації змісту освіти. https://imzo.gov.ua/stem-osvita/programi-stem/
[16] Le, H. C., Nguyen, V. H., & Nguyen, T. L. (2023). Integrated STEM Approaches and Associated Outcomes of K-12 Student Learning: A Systematic Review. Education Sciences, 13(3), 297. https://doi.org/10.3390/educsci13030297
[17] Smith, K., Maynard, N., Berry, A., Stephenson, T., Spiteri, T., Corrigan, D., Mansfield, J., Ellerton, P., & Smith, T. (2022). Principles of Problem-Based Learning (PBL) in STEM Education: Using Expert Wisdom and Research to Frame Educational Practice. Education Sciences, 12(10), 728. https://doi.org/10.3390/educsci12100728
[18] Mayes, R., & Rittschof, K. (2021). Development of Interdisciplinary STEM Impact Measures of Student Attitudes and Reasoning. Frontiers in Education, 6, 631684. https://doi.org/10.3389/feduc.2021.631684
[19] Dare, E. A., Keratithamkul, K., Hiwatig, B. M., & Li, F. (2021). Beyond Content: The Role of STEM Disciplines, Real-World Problems, 21st Century Skills, and STEM Careers within Science Teachers' Conceptions of Integrated STEM Education. Education Sciences, 11(11), 737. https://doi.org/10.3390/educsci11110737

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[20] Ahmed, N., Park, J., Arteaga, C., & Stephen, H. (2023). Investigation of Progressive Learning within a Statics Course: An Analysis of Performance Retention, Critical Topics, and Active Participation. Education Sciences, 13(6), 576. https://doi.org/10.3390/educsci13060576
[21] Kricorian, K., Seu, M., Lopez, D., Ureta, E., & Equils, O. (2020). Factors influencing participation of underrepresented students in STEM fields: Matched mentors and mindsets. International Journal of STEM Education, 7(1), 16. https://doi.org/10.1186/s40594-020-00219-2
[22] Markula, A., & Aksela, M. (2022). The key characteristics of project-based learning: How teachers implement projects in K-12 science education. Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research, 4(1), 2. https://doi.org/10.1186/s43031-021-00042-x
[23] Attard, C., Berger, N., & Mackenzie, E. (2021). The Positive Influence of Inquiry-Based Learning Teacher Professional Learning and Industry Partnerships on Student Engagement With STEM. Frontiers in Education, 6, 693221. https://doi.org/10.3389/feduc.2021.693221
[24] Pasani, C. F., Amelia, R., Pasani, C. F., & Amelia, R. (2023). Developing Collaborative Skills through STEM Approach. IntechOpen. https://doi.org/10.5772/intechopen.113880
[25] Cho, H. J., Zhao, K., Lee, C. R., Runshe, D., & Krousgrill, C. (2021). Active learning through flipped classroom in mechanical engineering: Improving students' perception of learning and performance. International Journal of STEM Education, 8(1), 46. https://doi.org/10.1186/s40594-021-00302-2
[26] Griffiths, A. J., Brady, J., Riley, N., Alsip, J., Trine, V., & Gomez, L. (2021). STEM for Everyone: A Mixed Methods Approach to the Conception and Implementation of an Evaluation Process for STEM Education Programs for Students With Disabilities. Frontiers in Education, 5, 545701. https://doi.org/10.3389/feduc.2020.545701
[27] Baterna, H. B., Mina, T. D. G., & Rogayan, D. V. (2020). Digital Literacy of STEM Senior High School Students: Basis for Enhancement Program. International Journal of Technology in Education, 3(2), 105. https://doi.org/10.46328/ijte.v3i2.28
[28] Owston, R., York, D. N., Malhotra, T., & Sitthiworachart, J. (2020). Blended Learning in STEM and Non-STEM Courses: How do Student Performance and Perceptions Compare? Online Learning, 24(3). https://doi.org/10.24059/olj.v24i3.2151
[29] Ow-Yeong, Y. K., Yeter, I. H., & Ali, F. (2023). Learning data science in elementary school mathematics: A comparative curriculum analysis. International Journal of STEM Education, 10(1), 8. https://doi.org/10.1186/s40594-023-00397-9
[30] Vadivel, B., Alam, S., Nikpoo, I., & Ajanil, B. (2023). The Impact of Low Socioeconomic Background on a Child's Educational Achievements. Education Research International, 2023, 1–11. https://doi.org/10.1155/2023/6565088
[31] Amirtham S, N., & Kumar, A. (2023). The underrepresentation of women in STEM disciplines in India: A secondary analysis. International Journal of Science Education, 45(12), 1008–1031. https://doi.org/10.1080/09500693.2023.2179901
[32] Morris, J., Slater, E., Fitzgerald, M. T., Lummis, G. W., & Van Etten, E. (2021). Using Local Rural Knowledge to Enhance STEM Learning for Gifted and Talented Students in Australia. Research in Science Education, 51(S1), 61–79. https://doi.org/10.1007/s11165-019-9823-2
[33] Dheesha, J. B. (2021). STEM Education to Students with Special Needs. Disabilities and Impairments, 35(1), P. 28-34. https://www.researchgate.net/publication/363535342_STEM_Education_to_Students_with_Special_Needs
[34] Baskaran, V. L., & Abdullah, N. (2023). Constraints And Challenges Of STEM Education In Manjung District's Secondary Schools. International Journal of Management Studies and Social Science Research, 05(04), 277–287. https://doi.org/10.56293/IJMSSSR.2022.4679

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[35] Anderson, J., Tytler, R., & Williams, G. (2022). Supporting Curriculum Innovation in Integrated STEM for Secondary Teachers in Australia. Research in Integrated STEM Education, 1–30. https://doi.org/10.1163/27726673-00101001
[36] Arlinwibowo, J., Retnawati, H., Pradani, R. G., & Fatima, G. N. (2022). STEM Implementation Issues in Indonesia: Identifying the Problems Source and Its Implications. The Qualitative Report. https://doi.org/10.46743/2160-3715/2023.5667
[37] Yang, D., & Baldwin, S. J. (2020). Using Technology to Support Student Learning in an Integrated STEM Learning Environment. International Journal of Technology in Education and Science, 4(1), 1–11. https://doi.org/10.46328/ijtes.v4i1.22
[38] Dare, E. A., Keratithamkul, K., Hiwatig, B. M., & Li, F. (2021). Beyond Content: The Role of STEM Disciplines, Real-World Problems, 21st Century Skills, and STEM Careers within Science Teachers' Conceptions of Integrated STEM Education. Education Sciences, 11(11), 737. https://doi.org/10.3390/educsci1111073
[39] Topsakal, İ., Yalçın, S. A., & Çakır, Z. (2022). The Effect of Problem-based STEM Education on the Students' Critical Thinking Tendencies and Their Perceptions for Problem Solving Skills. Science Education International, 33(2), 136–145. https://doi.org/10.33828/sei.v33.i2.1
[40] Hacioğlu, Y., & Gülhan, F. (2021). The effects of STEM education on the students' critical thinking skills and STEM perceptions. Journal of Education in Science, Environment and Health. https://doi.org/10.21891/jeseh.771331
[41] Eroğlu, S., & Bektaş, O. (2022). The effect of 5E-based STEM education on academic achievement, scientific creativity, and views on the nature of science. Learning and Individual Differences, 98, 102181. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2022.102181
[42] Nağaç, M., & Kalayci, S. (2021). The effect of STEM activities on students' academic achievement and problem solving skills: Matter and heat unit. E-Kafkas Journal of Education Research, 8(3), 480–498. https://doi.org/10.30900/kafkasegt.964063
[43] Taşdemir, F. (2022). Examination of the Effect of Stem Education on Academic Achievement: A Meta-Analysis Study. Education Quarterly Reviews, 5(2). https://doi.org/10.31014/aior.1993.05.02.489
[44] Alfes, K., Avgoustaki, A., Beauregard, T. A., Cañibano, A., & Muratbekova-Touron, M. (2022). New ways of working and the implications for employees: a systematic framework and suggestions for future research. *The International Journal of Human Resource Management*, *33*(22), 4361–4385. https://doi.org/10.1080/09585192.2022.2149151
[45] Thorhauge, A. M. (2022). The steam platform economy: From retail to player-driven economies. *New Media & Society*, *26*(4), 1963-1983. https://doi.org/10.1177/14614448221081401
[46] Crafts, Nicholas. "Steam as a General Purpose Technology: A Growth Accounting Perspective." *The Economic Journal*, vol. 114, no. 495, 2004, pp. 338–351. *JSTOR*, http://www.jstor.org/stable/3590098. Accessed 11 June 2025.
[47] Perales, F. J., & Aróstegui, J. L. (2021). The STEAM approach: Implementation and educational, social and economic consequences . *Arts Education Policy Review*, *125*(2), 59–67. https://doi.org/10.1080/10632913.2021.1974997
[48] 10 актуальних тенденцій STEM-освіти у 2024 році https://znayshov.com/News/Details/10_aktualnykh_tendentsii_stemosvity_u_2024_rotsi
[49] 5 Trends in STEAM Education You Shouldn't Miss in 2024 https://www.westeamahead.org/blog/2024/1/15/2024-trends-in-stem-education-you-shouldnt-miss
[50] The Future of STEAM Education: Emerging Trends and Technologies in STEAM Education and How to Prepare for Them. https://21stcented.com/the-future-of-steam-education-emerging-trends-and-technologies-in-steam-education-and-how-to-prepare-for-them/

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[51] Karampelas, A. (2021). Artificial Intelligence and Machine Learning in the STEAM classroom: Analysis of performance data and reflections of international high school students. Hellenic Journal of STEM Education, 1(2), 59–66. https://doi.org/10.51724/hjstemed.v1i2.13
[52] Głushkova, T., & Malinova, A. (2024). Application of AI Technologies in STEAM School Education. International Journal of Research in E-Learning, 10(1), 1–20. https://doi.org/10.31261/IJREL.2024.10.1.01
[53] Peter Trúchly, Martin Medvecký, Pavol Podhradský. STEM education supported by virtual laboratory incorporated in self-directed learning process. 2019. Journal of Electrical Engineering 70(4), 332-344. https://doi.org/10.2478/jee-2019-0065
[54] Pavlou, Y., Zacharia, Z.C. (2024). Using Physical and Virtual Labs for Experimentation in STEM+ Education: From Theory and Research to Practice. In: Korfiatis, K., Grace, M., Hammann, M. (eds) Shaping the Future of Biological Education Research . Contributions from Biology Education Research. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-44792-1_1
[55] VIRTUAL LABS FOR STEAM EDUCATION LABORATORI VIRTUALI PER LA STEAM EDUCATION. https://mail.google.com/mail/u/0/#inbox/QgrcJHrhvXRWHsCzNCRqltgsNmPzppqCSbv?projector=1&messagePartId=0.1
[56] The History of STEAM Education: From STEM to STEAM. https://futurumacademy.com/the-history-of-steam-education-from-stem-to-steam/
[57] Radziwill, Nicole M.; Benton, Morgan C.; and Moellers, Cassidy (2015) "From STEM to STEAM: Reframing What it Means to Learn," The STEAM+ Journal: Vol. 2: Iss. 1, Article 3. https://doi.org/10.5642/steam.20150201.3
[58] Front. Educ., (24 September 2021). From STEM to STEAM: An Enactive and Ecological Continuum. Sec. STEM Education. Volume 6, 1-17. https://doi.org/10.3389/feduc.2021.709560
[59] Hsiao, P.-W., & Su, C.-H. (2021). A Study on the Impact of STEAM Education for Sustainable Development Courses and Its Effects on Student Motivation and Learning. Sustainability, 13(7), 3772. https://doi.org/10.3390/su13073772
[60] Meghan Lund, Connecting STEAM Education and Computer Science. https://ellipsiseducation.com/blog/connecting-steam-education-and-computer-science
[61] Zhan, Z., Hu, Q., Liu, X., & Wang, S. (2023). STEAM Education and the Innovative Pedagogies in the Intelligence Era. Applied Sciences, 13(9), 5381. https://doi.org/10.3390/app13095381
[62] Laura Colucci-Gray (2019). Developing an Ecological View through STEAM Pedagogies in Science Education. 2019. In book: Why Science and Art Creativities Matter. https://doi.org/10.1163/9789004421585_008
[63] Videla R, Aguayo C and Veloz T (2021) From STEM to STEAM: An Enactive and Ecological Continuum. Front. Educ. 6:709560. https://doi.org/10.3389/feduc.2021.709560
[64] Encheva, M., Tammaro, A. M., Yancheva, G., Zlatkova, P., Conti, G., & Maasilta, M. (2024). Towards a STEAM model for digital fluency skills: Perceptions of students and teachers. IFLA Journal, 50(1), 75-92. https://doi.org/10.1177/03400352231209491
[65] A Systematic Review: Digital Learning in STEM Education. 2025. Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology 53(2):48-62 https://doi.org/10.37934/araset.51.1.98115
[66] Мовмига Н., Демідова Ю., Полежаєва О. (2024). Професійна спрямованість педагога в умовах запровадження steam-освіти та особливості розвитку steam компетентностей. Теорія і практика управління соціальними системами. № 3 (2024): 113-128. https://doi.org/10.20998/2078-7782.2024.3.09
[67] Perales, F. J., & Aróstegui, J. L. (2021). The STEAM approach: Implementation and educational, social and economic consequences . Arts Education Policy Review, 125(2), 59–67. https://doi.org/10.1080/10632913.2021.1974997

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[68] Karla Krasnic, Petra Zigman, Tihana Babic, Ika Liana Khalid, Mohd Nor Syahrir Abdullah, Hidayah Fadzil (2022). Team Building Elements and Their Importance According to STEAM Students. Conference: 2022 45th Jubilee International Convention on Information, Communication and Electronic Technology (MIPRO) https://doi.org/10.23919/MIPRO55190.2022.9803519
[69] Staggers, J., Garcia, S., & Nagelhout, E. (2008). Teamwork Through Team Building: Face-to-Face to Online. Business Communication Quarterly, 71(4), 472-487. https://doi.org/10.1177/1080569908325862
[70] Learning Paths as a new learning format in STEAM Education https://ease-educators.com/learning-paths-as-a-new-learning-format-in-steam-education/
[71] Lavicza, Z.; Weinhandl, R.; Prodromou, T.; Anđić, B.; Lieban, D.; Hohenwarter, M.; Fenyvesi, K.; Brownell, C.; Diego-Mantecón, J.M. (2022). Developing and Evaluating Educational Innovations for STEAM Education in Rapidly Changing Digital Technology Environments. Sustainability, 14, 7237. https://doi.org/10.3390/su14127237
[72] Perales, F. J., & Aróstegui, J. L. (2021). The STEAM approach: Implementation and educational, social and economic consequences . Arts Education Policy Review, 125(2), 59–67. https://doi.org/10.1080/10632913.2021.1974997
[73] Maria Tsakeni (2024). Exploring Design Principles for STEAM Learning Activities Development by Science and Technology Teachers. Educational Research for Social Change 13(1):85-106. https://doi.org/10.17159/2221-4070/2023/v13i1a6
[74] Arunrat Khamhaengpol, Malee Sriprom, Porntip Chuamchaitrakool (2021). Development of STEAM activity on nanotechnology to determine basic science process skills and engineering design process for high school students. Thinking Skills and Creativity. Volume 39, 100796. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100796
[75] Judith Schmid, Joaquin Veith, My Hanh Truong (2023). Nanoscience and -technology in secondary education: A systematic literature review. Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education 19(12): em2361 https://doi.org/10.29333/ejmste/13834
[76] N. V. Soroko, V. M. Soroko, M. Mukasheva, M. M. Ariza Montes, and V. A. Tkachenko, "USING OF VIRTUAL REALITY TOOLS FOR THE DEVELOPMENT OF STEAM EDUCATION IN GENERAL SECONDARY EDUCATION", ITLT, vol. 86, no. 6, pp. 87–105, Dec. 2021, https://doi.org/10.33407/itlt.v86i6.4749.
[77] Xiaoyao Chen, Yulong Bai, Xiang Wu. (2020). Combination of STEAM Concept and Virtual Reality Teaching—Taking the Virtual Smart Car Experiment as an Example. Conference: 2020 6th International Conference on Social Science and Higher Education (ICSSHE 2020). https://doi.org/10.2991/assehr.k.201214.013
[78] Su-Yeon Choi, A-Rang Won. (2021). The Impacts of a Climate Change SSI-STEAM Program on Junior High School Students' Climate Literacy. Asia-Pacific Science Education 7(1):1-38. https://doi.org/10.1163/23641177-bja10019
[79] Ozdinc, I., & Ceyhan, G. D. (2024). A gamified-integrated STEM activity about global climate change. Science Activities, 61(2), 71–80. https://doi.org/10.1080/00368121.2024.2304579

FOREIGN EXPERIENCE IN IMPLEMENTING STEAM EDUCATION

SCIENTIFIC RESEARCH GROUP:
Malyshev Viktor
Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Fundamental and Medical-Preventive Disciplines
International European University, Kyiv, Ukraine

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License 2025

Teacher
Lyceum No. 209 "Constellation," Kyiv, Ukraine
Suschenko Alla
Editor
Publishing House "Education", Kyiv, Ukraine
Gab Angelina
Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Fundamental and Medical-Preventive Disciplines
International European University, Kyiv, Ukraine
Orel Olha
Candidate of Pedagogical Sciences,
Researcher
Institute of Innovative Bioeconomy, Kyiv, Ukraine
Lopukh Liudmyla
Teacher
Lyceum No. 209 "Constellation," Kyiv, Ukraine

Summary. *The article analyzes the role of STEAM education (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) in transforming educational processes in the context of modern challenges. It highlights the importance of an interdisciplinary approach that fosters the development of critical thinking and innovative skills in students.*

The research covers foreign experience in the implementation of STEAM education, analyzes the global market, and identifies the main driving forces and limitations faced by this field. The primary tasks include characterizing the STEAM education market and systematizing the experience of implementation in various countries.

The article emphasizes the necessity of integrating technologies, innovative teaching methods, and ensuring equal access to resources to enhance learning effectiveness. The conclusions indicate the critical role of STEAM education in preparing youth for modern professional challenges and social progress.

The following scientific methods were used: the method of searching for data from literary sources and analytical reports on the researched topic; the method of analyzing literary sources; comparative analysis of various methodological approaches; content analysis of documents; and the method of systematization and classification during the research on the implementation and achievements of STEAM education.

Keywords: *STEAM education, interdisciplinary approach, critical thinking, innovative skills, foreign experience, global education market, technologies in education, equal access, integration of arts, social progress, educational challenges, professional training, innovative teaching methods.*

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ARTICLE
DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.075

ІНТЕГРАЦІЯ ЗМІСТУ КУРСУ «Я ДОСЛІДЖУЮ СВІТ» ТА АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ У 1–4 КЛАСАХ НУШ: ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА

Мозуль Ірина Вікторівна
кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри теорії і методики початкової освіти
Навчально-наукового інституту педагогіки і психології
Глухівського національного педагогічного
університету імені Олександра Довженка, Україна

вчитель англійської мови вищої категорії
Сопицької філії комунального закладу Есманьської селищної ради
«Есманьська загальноосвітня школа I-III ступенів»
Шосткинського району Сумської області, Україна

Анотація. *У статті розглядаються теоретичні та практичні аспекти інтеграції змісту курсу «Я досліджую світ» та англійської мови в початковій школі в умовах реалізації Концепції Нової української школи. Висвітлено психолого-педагогічні засади інтегрованого навчання, що забезпечують формування ключових і предметних компетентностей молодших школярів, розвиток пізнавального інтересу, критичного мислення та комунікативних умінь. Окреслено підходи до міжпредметної взаємодії, яка поєднує природничі, соціальні, громадянські та мовні компоненти, створюючи цілісну картину світу для дитини. Особливу увагу приділено практичним прикладам реалізації інтеграції: використанню тематичних проектів, дослідницьких завдань, рольових ігор, пісень, інтерактивних технологій. Продемонстровано можливості залучення учнів до вивчення англійської мови через контекст навколишнього світу — природи, культури, традицій, соціальних відносин. Показано, що інтеграція сприяє ефективнішому засвоєнню іншомовних знань, розвитку мовленнєвих навичок у реальних життєвих ситуаціях та формуванню позитивної мотивації до навчання. Зроблено висновок, що системна інтеграція англійської мови та курсу «Я досліджую світ» у 1–4 класах не лише відповідає вимогам НУШ, а й відкриває нові можливості для гармонійного розвитку особистості учня та підготовки його до життя у глобалізованому світі.*

Ключові слова: *навчання, освітній процес, початкова освіта, Нова українська школа, інтеграція, інтегроване навчання, англійська мова, курс «Я досліджую світ», міжпредметні зв'язки.*

Постановка проблеми. Сучасна початкова освіта в Україні перебуває в умовах реформування відповідно до Концепції «Нова українська школа» (НУШ).

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Одним із провідних завдань цієї освітньої реформи є формування в учнів ключових компетентностей, необхідних для успішної соціалізації, подальшого навчання та особистісного розвитку. Важливим інструментом досягнення цієї мети стає інтегроване навчання, яке дає змогу поєднувати знання з різних предметних галузей та робити освітній процес більш практичним, цікавим і наближеним до життєвого досвіду учнів.

Інтегроване навчання у початковій школі є однією з ключових інновацій Концепції «Нова українська школа». Воно передбачає взаємозв'язок навчальних предметів і спрямоване на формування цілісного світогляду школярів. Курс «Я досліджую світ» виступає провідним інтегративним компонентом початкової освіти, який охоплює природничі, соціальні, громадянські та культурні аспекти життя дитини молодшого шкільного віку. Водночас іноземна (англійська) мова має на меті формування іншомовної комунікативної компетентності. Особливої уваги заслуговує інтеграція змісту курсу «Я досліджую світ» із навчанням іноземної (англійської) мови, адже обидва предмети мають спільні цілі: формування пізнавальних інтересів, розвиток мовленнєвої активності, соціалізації та комунікативних навичок. Постає проблема пошуку ефективних шляхів інтеграції цих предметів, щоб забезпечити практичність знань, мотивацію до навчання і розвиток у дітей дослідницьких і комунікативних умінь і навичок [3].

Аналіз досліджень та публікацій. У сфері психолого-педагогічного знання в контексті нашого дослідження належить теорія інтеграції, становлення й розвиток якої досліджували вітчизняні вчені І. Бех, Н. Бібік, С. Гончаренко, К. Гуз, О. Данилюк, В. Ільченко, С. Клепко, І. Козловська, Ю. Мальований, Л. Масол, Н. Пахомова, Н. Симакова, Я. Собко, С. Старченко, А. Степанюк, І. Пастирська, Т. Пушкарьова, О. Ярошенко, О. Яворук, та ін.; теорія формування змісту освіти, у розробленні якої брали участь О. Данилюк, С. Гончаренко, О. Савченко, Ю. Мальований, О. Ляшенко, Г. Васьківська, С. Трубачева та ін.

Пошуку шляхів підвищення якості природничої освіти, проблемам викладання окремих природничих предметів у закладах загальної середньої освіти присвячені праці багатьох вчених і дослідників. Теорію й методику навчання природничих предметів досліджували Т. Байбара, О. Біда, О. Бугайов, Н. Буринська, Т. Васютіна, Л. Величко, М. Головко, М. Гриньова, К. Гуз, Н. Захарова, В. Ільченко, І. Коренева, Є. Коршак, Т. Коршевнюк, О. Ляшенко, Т. Назаренко, Л. Нарочна, Т. Попова, С. Рудишин, А. Степанюк, О. Топузов, О. Ярошенко, які окреслили понятійно-категоріальний апарат, методологію досліджень сучасного стану і попередніх здобутків цієї галузі освіти, розробили теоретичні та методичні засади навчання природничих предметів. Вивчення природознавства як інтегрованого курсу природничих предметів висвітлено в працях Л. Булави, К. Гуза, В. Ільченко, Т. Пушкарьової та ін. [1]

Питання інтегрованого навчання детально вивчали українські педагоги й науковці: О. Савченко підкреслювала важливість діяльнісного підходу у формуванні ключових компетентностей; С. Гончаренко, В. Ільченко, Ю. Мальований визначили інтегровані компоненти змісту освіти;О. Пометун і Т. Ремех розглядали моделі інтеграції у початковій школі; Л. Кравчук у своїх методичних розробках пропонує практичні рекомендації з проведення

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

інтегрованих уроків; Н. Бібік та Н. Коваль розробили принципи побудови інтегрованого курсу «Людина і світ».

Аналіз напрацювань науковців у межах досліджуваної проблеми дає підстави констатувати, що питання дидактичних засад реалізації інтегративного підходу в шкільній природничій освіті до цього часу не знайшло належного розв'язання і потребує подальшого вивчення. Дослідження доводять, що інтеграція підвищує мотивацію дітей до навчання, однак бракує конкретних методичних матеріалів, які б поєднували курс «Я досліджую світ» та англійську мову у межах програми Нової української школи. Це визначає необхідність подальшої розробки практичних моделей інтеграції означених навчальних дисциплін.

Мета роботи. Метою статті є обґрунтування та демонстрація можливостей інтеграції курсу «Я досліджую світ» та англійської мови у 1–4 класах НУШ, а також надання практичних прикладів реалізації інтегрованих уроків. Дослідження спрямоване на ліквідацію методичних прогалин у сфері практичного використання інтегрованого навчання.

Виклад основного матеріалу. Інтеграція розглядається як процес поєднання знань, умінь та діяльностей з різних навчальних предметів для формування цілісної картини світу в учнів. У початковій школі інтеграція має особливе значення, оскільки діти молодшого шкільного віку мислять образно, цілісно, і їм легше засвоювати навчальний матеріал у формі взаємопов'язаних тем [4].

Інтеграція у початковій школі базується на принципах цілісності знань, зв'язку навчання з життям, діяльнісного підходу та комунікативної спрямованості. Мета інтеграції «Я досліджую світ» та англійської мови полягає у:

- формуванні у здобувачів початкової освіти умінь спостерігати, досліджувати та описувати навколишній світ;
- розвитку навичок іншомовного спілкування у реальних життєвих ситуаціях;
- розширенні словникового запасу за темами, що є близькими та зрозумілими для учнів 1-4 класів;
- формуванні міжкультурної компетентності через ознайомлення з природою, традиціями, культурою інших країн.

Поєднання «Я досліджую світ» та англійської мови дозволяє формувати дослідницькі та мовленнєві навички одночасно, використовувати знайомий здобувачам освіти зміст для вивчення іноземних слів та виразів, створювати реальні комунікативні ситуації.

Розкриємо деякі практичні аспекти інтеграції. Тематика інтегрованих уроків може бути абсолютно різною. Наприклад, теми курсу «Я досліджую світ» (природа, людина, суспільство, культура) можуть стати основою для занять з англійської мови. Наведемо приклади тем інтегрованих уроків: «Пори року» / Seasons; «Тварини і рослини» / Animals and Plants; «Моя сім'я» / My Family; «Шкільне життя» / School Life; «Транспорт» / Transport; «Здоров'я і безпека» / Health and Safety.

Які види діяльності і форми роботи варто використовувати на інтегрованих уроках?

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

1) Спостереження та досліди з використанням англійської термінології – учні проводять прості досліди (наприклад, «Вода може бути твердою, рідкою, газоподібною») і паралельно вивчають англійські слова: water, ice, steam;

2) ігри («Guess the Animal», «Where do they live?». Наприклад, під час вивчення теми «Тварини» діти грають у гру «Guess the Animal»: один учень показує картинку, інші ставлять запитання англійською.);

3) міні-проєкти («My Favourite Season», «Healthy Food Pyramid» – учні створюють міні-проєкти англійською мовою: «My Favourite Season», «Healthy Food Pyramid», «Animals in Ukraine».);

4) пісні, римівки, вірші, творчі завдання – наприклад, використання англомовних римівок і пісень для закріплення лексики;

5) малювання та творчість – створення постерів «Rules of a Healthy Lifestyle» англійською мовою [5].

Під час поєднання «Я досліджую світ» та англійської мови на уроках у початковій школі слід дотримуватися наступних принципів інтеграції:

- принцип цілісності навчального змісту;
- принцип зв'язку навчального матеріалу з життям;
- принцип діяльнісного підходу (навчання через гру, практичну діяльність, досліди);
- принцип комунікативної спрямованості (використання англійської для реального спілкування).

Пропонуємо окремі приклади уроків з інтеграцією курсу «Я досліджую світ» та англійської мови у 1–4 класах.

Приклад 1. Тема: «Моя сім'я» (1 клас).

Мета: ознайомлення з поняттям «родина», формування лексичного запасу (mother, father, sister, brother, grandmother, grandfather).

Хід уроку: діти малюють своїх рідних або родовідне дерево та підписують членів родини англійською; виконують вправу «Who is missing?» із картками членів сім'ї.

Приклад 2. Тема: «Пори року» (2 клас).

Мета: закріпити знання про характерні ознаки сезонів, вивчити англійські слова (winter, spring, summer, autumn, hot, cold, warm, rainy).

Хід уроку: діти описують погоду за вікном українською, а потім перекладають англійською; слухають пісню «Seasons Song»; виконують вправу «Match the picture with the season».

Приклад 3. Тема: «Тварини та їх середовище» (3 клас).

Мета: ознайомити учнів із різними групами тварин, вивчити лексику (wild animals, domestic animals, forest, jungle, sea).

Хід уроку: розподіл тварин за групами; гра «Where do they live?»; створення постера «Animals in the Zoo» з підписами англійською мовою.

Очікувані результати такої інтеграції на уроках у початкових класах:

- підвищення інтересу дітей до вивчення англійської мови;
- зростання рівня пізнавальної активності та самостійності;
- кращий розвиток комунікативних умінь;
- формування уявлення про цілісність світу;
- виховання толерантності, поваги до культурного різноманіття.

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Зазначимо труднощі, які найчастіше виникають у педагогів під час інтеграції ЯДС та англійської мови в початкових класах НУШ. Їх можна розділити за основними напрямами:

1) методичні труднощі (відсутність достатньої кількості готових інтегрованих програм, підручників та дидактичних матеріалів, які б одночасно відповідали змісту ЯДС і англійської мови; недостатнє розуміння педагогами методики навчання предмета через мову та прийомів її спрощеного застосування для початкової школи; складність у доборі завдань, які водночас розвивають іншомовні навички і відповідають тематиці ЯДС);

2) лінгвістичні труднощі (у багатьох учнів недостатній словниковий запас для сприйняття предметного змісту англійською мовою; різний рівень знань дітей: у класі можуть бути учні з початковим рівнем англійської та ті, хто вже вивчав її додатково; потреба у постійній підтримці двома мовами (українською та англійською), що уповільнює темп уроку);

3. організаційні труднощі (обмежений навчальний час: необхідно поєднати програму ЯДС і вимоги програми з англійської мови; відсутність належних умов (мультимедійного обладнання, роздаткових матеріалів, інтерактивних ресурсів) у деяких школах; складність у плануванні: учителю потрібно продумати інтегровані уроки так, щоб не дублювати теми й не перевантажувати учнів);

4. професійні труднощі (не всі вчителі початкової школи мають достатній рівень володіння англійською, щоб вільно інтегрувати її в зміст ЯДС; вчителі англійської мови не завжди добре орієнтуються у методиці викладання інтегрованого курсу «Я досліджую світ»; потреба у міжпредметній співпраці (учитель англійської та класовод), яка не завжди організаційно налагоджена);

5. психолого-педагогічні труднощі (учні можуть відчувати перевантаження через поєднання двох видів змісту та мовного бар'єра; деякі діти втрачають мотивацію, якщо відчувають труднощі у сприйнятті англійської; вчителю важко зберігати баланс між пізнавальною діяльністю (ЯДС) і мовною (англійська), щоб не звести урок до «механічного перекладу») [2].

Пропонуємо приклади конкретних труднощів:

1) на уроці з теми «Тварини» учитель англійської може легко подати назви тварин англійською, але важко пояснити складні природничі поняття (наприклад, ланцюги живлення) на доступному іншомовному рівні;

2) на темі «Пори року» школярі можуть вивчити слова winter, spring, summer, autumn, але їм складно висловити більш розгорнуті думки, як-от «Навесні ми спостерігаємо за пробудженням природи»;

3) в інтегрованих проєктах («Мій здоровий день») учитель витрачає більше часу на підготовку матеріалів двома мовами, ніж на звичайний урок.

Які методичні рекомендації можна виокремити задля такої інтеграції в початковій школі?

1. Поетапність інтеграції – у 1–2 класах інтеграція має бути елементарною (знайомство з окремими словами, введення англійських слів у контекст тем ЯДС), у 3–4 класах — більш змістовною і поглибленою (проєкти, презентації, робота з текстами).

2. Використання наочності – картки, малюнки, флеш-карти, відео допомагають поєднати візуальне сприйняття з іншомовними словами.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

3. Активізація міжпредметних зв'язків – вчитель англійської може спиратися на знання учнів з курсу «Я досліджую світ» і навпаки.

4. ІКТ-ресурси – використання онлайн-ігор, інтерактивних вправ, відео (наприклад, BBC Learning English Kids, Starfall).

5. Диференціація і варіація навчання – учням із різним рівнем знань необхідно давати завдання різної складності: від повторення слів до створення міні-діалогів.

Висновки та пропозиції. Інтеграція змісту курсу «Я досліджую світ» та англійської мови є важливим напрямом розвитку початкової освіти і модернізації навчання. Вона забезпечує міжпредметну взаємодію і практичну спрямованість навчання, формує дослідницькі та комунікативні компетентності, сприяє розвитку інтересу до пізнання світу, формуванню в учнів ключових компетентностей, а також робить процес навчання більш цікавим, осмисленим і практично значущим. Сучасні педагоги постійно шукають нові форми "пожвавлення" процесу пояснення матеріалу і зворотного зв'язку, які допоможуть активізувати всіх учнів, підвищити їх інтерес до занять і разом з тим забезпечать швидкість запам'ятовування, розуміння і засвоєння навчального матеріалу. Використання ігор, проєктів, пісень, дослідів та інших інтерактивних методів дозволяє зробити уроки яскравими й ефективними.

Таким чином, інтегроване навчання відкриває широкі можливості для розвитку особистості молодшого школяра, його мовних та дослідницьких умінь, необхідних для успішного майбутнього. Подальші дослідження мають бути зосереджені на розробці методичних посібників та системи інтегрованих уроків для учнів 1–4 класів.

Список використаних джерел:

[1] Засєкіна, Т. М. (2020). *Інтеграція в шкільній природничій освіті: теорія і практика*. Педагогічна думка.

[2] Канюк, О.С. & Дідо, Н.Д. (2024). Виклики та інновації: інтеграція англійської мови з академічними предметами. *Теорія і методика професійної освіти,* 67, Т. 1, 175–179. https://doi.org/10.32782/2663- 6085/2023/67.1.38

[3] Ларіонова, Н. Б. & Стрельцова, Н. М. (2018). *Інтегративний підхід: актуальність, сутність, особливості впровадження в умовах початкової школи.* «Друкарня Мадрид».

[4] Фрумкіна, А. (2023). Інтегроване навчання учнів початкової школи освітньої та англомовної мовленнєвої діяльності. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського,* 4 (141), 20–25. https://doi.org/10.32782/1995-0519.2023.4.2

[5] Черкес, Л. А. (2019). *Інтегрований підхід викладання англійської мови як засіб формування ключових компетенцій здобувачів освіти.*

INTEGRATION OF THE CONTENT OF THE COURSE «I EXPLORE THE WORLD» AND ENGLISH LANGUAGE IN 1–4 GRADES OF THE NEW UKRAINIAN SCHOOL: THEORY AND PRACTICE

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Iryna Mozul
Candidate in Pedagogical Sciences, Associate professor,
Associate professor of the Theory and Methods of Primary Education
Department Educational and Scientific Institute of Pedagogy and Psychology
Oleksandr Dovzhenko Hlukhiv National Pedagogical University, Ukraine
teacher of English of the highest category
Sopych Branch of the Municipal Institution
Esman Settlement Council «Esman Secondary School of Grades I–III»
In Shostka District, Sumy Region, Ukraine

Summary. *The article examines the theoretical and practical aspects of integrating the content of the course «I Explore the World» and the English language in primary school within the framework of the New Ukrainian School Concept. The psychological and pedagogical foundations of integrated learning are highlighted, ensuring the formation of key and subject-specific competencies of younger students, the development of cognitive interest, critical thinking, and communication skills. The approaches to interdisciplinary interaction that combine natural science, social, civic, and linguistic components are outlined, creating a holistic picture of the world for the child. Particular attention is paid to practical examples of integration: the use of thematic projects, research tasks, role-playing games, songs, and interactive technologies. The article demonstrates the potential of engaging students in learning English through the context of the surrounding world — nature, culture, traditions, and social relations. It is shown that integration contributes to more effective acquisition of foreign language knowledge, the development of speaking skills in real-life situations, and the formation of positive learning motivation. The conclusion emphasizes that systematic integration of English and the course «I Explore the World» in 1–4 grades not only meets the requirements of the New Ukrainian School but also opens up new opportunities for the harmonious development of the student's personality and their preparation for life in a globalized world.*

Keywords: *learning, educational process, primary education, New Ukrainian School, integration, integrated learning, English language, the course «I Explore the World», interdisciplinary connections, cross-curricular links.*

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ISSN 2710–3056

ARTICLE

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.076

ІНТЕРАКТИВНІ ПЛАТФОРМИ ДЛЯ ТВОРЧОЇ ТА ДОСЛІДНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВСТВА НА УРОКАХ СЛОВЕСНОСТІ

Гарна Світлана Юріївна
канд. пед. наук, доцент кафедри суспільно-гуманітарної та медійної освіти, проректор з інноваційної та методичної роботи
Донецький обласний інститут післядипломної педагогічної освіти, Україна

Щербатюк Вікторія Станіславівна
завідувач відділу мовно-літературної та мистецької освіти
викладач кафедри суспільно-гуманітарної та медійної освіти
Донецький обласний інститут післядипломної педагогічної освіти, Україна

Ковальова Тетяна Георгіївна
методист відділу мовно-літературної та мистецької освіти
викладач кафедри суспільно-гуманітарної та медійної освіти
Донецький обласний інститут післядипломної педагогічної освіти, Україна

Анотація. *У статті досліджено можливості інтеграції сучасних цифрових інструментів в освітній процес, зокрема на уроках зарубіжної літератури. Обґрунтовано доцільність використання таких платформ, як Google Arts & Culture, Figma, Padlet та Classroomscreen, для підвищення інтерактивності, залученості учнівства та формування в них навичок критичного мислення, дослідницької та творчої діяльності. Презентовано конкретні приклади використання цих платформ на різних етапах вивчення літературних творів, демонструючи їхній потенціал для візуалізації контексту, глибокого аналізу текстів, розвитку міжпредметних зв'язків та організації проєктної роботи. Наголошено на тому, що, незважаючи на широке розмаїття доступних цифрових інструментів, їхня системна інтеграція в практику викладання словесності залишається недостатньо вивченою. Запропоновано практичні рекомендації та приклади для вчителів-словесників, які прагнуть модернізувати свої уроки та ефективно використовувати потенціал цифрових технологій в умовах сучасних освітніх викликів.*
Ключові слова: *цифровізація; інтерактивні платформи; цифрові інструменти; візуалізація.*

Постановка проблеми. У сучасних умовах цифровізації освіти перед учительством постає завдання не лише передати знання, а й сформувати в учнівства навички критичного мислення, дослідницької та творчої діяльності. Особливо актуальним є пошук інноваційних підходів до викладання

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

літератури – предмета, що потребує емоційного залучення, міждисциплінарного аналізу та особистісної інтерпретації. Водночас класичні методи навчання не завжди забезпечують глибоке розуміння тексту та достатній рівень мотивації. У цьому контексті інтерактивні цифрові платформи стають важливим інструментом, здатним модернізувати уроки словесності. Проблема полягає в недостатній інтеграції цих ресурсів у системну практику викладання та відсутності методичних напрацювань щодо їхнього ефективного використання.

Аналіз досліджень та публікацій. Проблема цифровізації освіти активно висвітлюється в працях вітчизняних дослідників (Т. Близнюк [1], А. Геревенко, Т. Ільїна, Л. Ібрагімова [2], О. Гулай, В. Кабак, Г. Герасимчук [3], В. Заплатинський, І. Уряднікова [4], С. Карплюк [5], Н. Морзе, В. Вембер, М. Бойко [6], Р. Угніч, А. Білошицька [7], Т. Шарова [8], О. Швиденко [9], Т. Яценко, І. Тригуб [10] та ін.). У багатьох роботах акцентовано на перевагах використання інтерактивних інструментів для підвищення якості навчання, розвитку автономності та критичного мислення; актуалізовано питання організації освітнього процесу із застосуванням дистанційних освітніх технологій; пропоновано інструкції для користувачів електронних ресурсів для вдосконалення їхньої цифрової компетентності. Як зауважували В. Заплатинський та І. Уряднікова, «рівень цифрової грамотності викладачів, як мінімум, повинен бути не нижчим ніж у здобувачів, що абсолютно не тільки при формуванні навчального матеріалу, але, особливо, при проведенні контрольних заходів у дистанційній формі, задля підтримання належного рівня доброчесності» [4]. На думку Т. Яценко та І. Тригуб, «сучасний професійний учитель повинен володіти методикою навчання і реалізовувати її шляхом використання цифрових технологій у тих випадках, коли їх застосування є виправданим і доцільним» [10]. Разом із тим, застосування інтерактивних цифрових платформ саме в контексті викладання словесності вимагає більш детального вивчення.

Мета роботи. Метою статті є обґрунтувати доцільність використання інтерактивних цифрових платформ у викладанні зарубіжної літератури в закладах середньої освіти, проаналізувати можливості найефективніших з них, а також запропонувати конкретні приклади та методичні прийоми їхнього застосування.

Виклад основного матеріалу. Для повноцінного впровадження сучасних освітніх підходів необхідно активно використовувати цифрові інструменти, які забезпечують інтерактивність і співпрацю на уроках. Серед таких інструментів виокремлюємо низку платформ, які дозволяють учителям-словесникам не лише ознайомлювати учнівство зі світовими культурними надбаннями, але й створювати інноваційні формати навчання. Розглянемо деякі з них.

Google Arts & Culture – це онлайн-платформа, призначена для забезпечення глобального доступу до зібрань мистецтва, історії та культури. Її основна мета – дозволити користувачам досліджувати величезні колекції культурних артефактів та історичних подій з різних установ по всьому світу. Хоча платформа не зосереджена безпосередньо на літературі, її багатий історичний та культурний контекст є надзвичайно цінним для вчителя-словесника. Учительство може ефективно використовувати як світові, так і

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

українські надбання культури, проводячи повноцінні уроки в музеях чи галереях, або інтегрувати їхні елементи безпосередньо в освітній процес.

Переваги та можливості Google Arts & Culture для вчителя-словесника:

- Візуалізація історичного та культурного контексту. Літературні твори не існують у вакуумі. Цей інструмент дозволяє учнівству візуально зануритися в епоху, у якій було написано твір, досліджувати картини, скульптури, архітектуру та повсякденні предмети того часу. Це допомагає краще зрозуміти суспільні норми, цінності та події, які вплинули на автора та його твір.
- Вивчення епох, особливостей літературних напрямів, течій, жанрів, стилів. Платформа пропонує тематичні дослідження, що охоплюють різні історичні періоди, мистецькі напрями, течії, жанри, стилі. Це дає можливість учням та ученицям сформувати цілісне уявлення про епоху, проаналізувати специфіку певних напрямів, течій не лише в літературі, а й у живописі, музиці, архітектурі.
- Дослідження біографічного контексту. Часто життя і творчість письменника тісно пов'язані з певними місцями чи історичними подіями. Завдяки онлайн-турам (наприклад, по палацах чи містах) або колекціям, які пов'язані з певними особистостями, можна відтворити середовище, у якому жив і творив автор.
- Розвиток міжпредметних зв'язків. Інтеграція літератури з історією, мистецтвом, географією робить уроки більш цікавими та глибокими, сприяючи формуванню цілісної картини світу в учнівства.
- Мотивація та залучення. Інтерактивні елементи, ігри, можливість «відвідати» віртуальні галереї та музеї роблять процес навчання захопливим та сучасним.
- Доступ до світових скарбів. Платформа надає доступ до колекцій, культурних установ з усього світу, що раніше було недоступно для багатьох школярів.

Важливо вчителю-словеснику інтегрувати платформу як інструмент для поглиблення розуміння твору, а не просто як джерело зображень. Коли ж учительству можна ефективно використовувати Google Arts & Culture?

- На початку вивчення твору (теми). Вивчаючи трагедію Вільяма Шекспіра «Ромео і Джульєтта», учитель чи вчителька може використати платформу для створення «атмосфери епохи». Наприклад, можна здійснити віртуальний тур Вероною епохи Відродження або розглянути картини, що зображують повсякденне життя та костюми того часу.
- Під час аналізу тексту. Якщо в тексті згадується певний художній стиль, архітектурний об'єкт або побутовий предмет, то можна знайти його зображення на платформі для детальнішого аналізування.
- Для порівняльного аналізу. Порівнювати, як одна й та сама тема, ідея чи образ відображаються в літературі та інших видах мистецтва (наприклад, міфологічні сюжети в літературі та живописі).
- Під час підготовки проєктів. Заохочувати учнів та учениць використовувати Google Arts & Culture як джерело для збирання матеріалів для презентацій, дослідницьких робіт, творчих проєктів, які пов'язують літературу з візуальним мистецтвом та історією.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

• Для віртуальних екскурсій. Організовувати віртуальні подорожі місцями, пов'язаними з життям і творчістю письменників або подіями, описаними в творах.

Пропонуємо вчительству приклади, як використовувати можливості Google Arts & Culture на уроках зарубіжної літератури.

6 клас. Грецькі міфи.

Міфологічний колаж. Учні та учениці обирають одного давньогрецького бога (богиню чи героя). За допомогою Google Arts & Culture вони знаходять декілька картин або скульптур, що зображують обраного персонажа або пов'язані з ним міфи; створюють колаж із цих зображень, додаючи короткий опис та пояснюючи, який епізод міфу зображено.

Вигаданий музей. Учні та учениці на платформі знаходять експонати (картини, скульптури тощо), які присвячені певному міфу (наприклад, «Подвиги Геракла»), створюють віртуальну експозицію та додають до кожного експоната коротку анотацію.

8 клас. Мігель де Сервантес Сааведра «Дон Кіхот».

«Золота доба» іспанського мистецтва. Учні та учениці, використовуючи Google Arts & Culture, досліджують колекції, присвячені Іспанії XVI–XVII століть; знаходять зображення (картини, гравюри, мапи, елементи архітектури, одяг, предмети побуту тощо), які відображають побут простих людей, рицарські атрибути, одяг та аксесуари представників різних верств суспільства.

11 клас. Джордж Оруелл «1984»

Пошук архітектурних аналогій. Одинадцятикласники на Google Arts & Culture шукають фотографії або архітектурні проєкти, що належать до періодів тоталітарних режимів: відбирають зображення будівель або інтер'єрів, які, на їхню думку, могли б відповідати архітектурі міністерств в Океанії (Міністерство Правди, Міністерство Достатку, Міністерство Миру, Міністерстві Любові); описують архітектурні особливості споруд (розмір, форма, матеріал, вікна, наявність або відсутність декору тощо); пояснюють, яким міністерством могла би бути та чи та будівля, які почуття вона викликає (страх, пригнічення, відчуття невизначеності тощо); аналізують, як архітектура підкреслює владу Партії та знеособлення людини в романі.

Такі завдання допоможуть учнівству краще зрозуміти літературні твори та зануритися в їхню атмосферу та проблематику; сприятимуть розвитку в учнів / учениць навичок роботи з інформацією і вмінь інтерпретувати складні літературні й візуальні образи.

Отже, Google Arts & Culture – це потужний інструмент для вчителя-словесника, який дозволяє збагатити уроки візуальним і культурним контекстом, зробити навчання інтерактивним і залучити учнів до творчої та дослідницької діяльності. Завдяки інтеграції мистецтва, історії та літератури платформа сприяє глибшому розумінню творів і розвитку критичного мислення учнівства.

Figma – це хмарна платформа, що дозволяє створювати, ділитися та доопрацьовувати матеріали та дизайни в реальному часі. Цей інструмент пропонує онлайн-дошку для спільної роботи, яка дозволяє додавати текст, форми, зображення, відео і GIF, малювати, наочно структурувати інформацію та співпрацювати в реальному часі.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Figma пропонує викладачам-словесникам безліч можливостей для спільної роботи з учнівством на уроках.

- Для візуалізації літературних творів: підготувати навчальні плакати, ілюстрації сюжетних ліній та хронології подій або інтерактивні завдання про персонажів чи символіку літературних творів; створити інфографіку або діаграми, що відображають розвиток сюжету, кульмінаційні моменти або історичний контекст твору; розробити ментальні карти, що ілюструють взаємини між персонажами, їхні риси характеру тощо.
- Для спільної та проєктної роботи: створити інтерактивні презентації про літературні періоди, біографію автора або підібрати ілюстрації до творів; провести «мозкові штурми» для генерації ідей для проєктів, дослідницьких робіт або обговорення складних літературних концепцій; розробити опорні картки для спільного аналізування поезії чи прози, визначення ключових уривків, образів та ідей.

Головна перевага Figma – це можливість спільно працювати (незалежно від місцезнаходження здобувачам освіти та педагогу, що сприяє обміну ідеями та забезпечує миттєвий зворотний зв'язок.

Ще два потужні інструменти, які дозволяють організувати освітній процес, залучити учнів / учениць до активної взаємодії та стимулювати їхню творчу діяльність – онлайн-дошки Padlet та Classroomscreen. Ці платформи допомагають учителям та вчителькам словесності створювати динамічні уроки, підтримувати зворотний зв'язок та забезпечувати візуалізацію навчального матеріалу.

Padlet – це універсальна онлайн-дошка, яка дозволяє створювати віртуальні стіни для розміщення текстів, зображень, відео, покликань та інших мультимедійних матеріалів. Вона має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, що робить її доступною як для вчителів / учительок, так і для учнів / учениць.

Основні особливості використання Padlet у дистанційному навчанні на уроках словесності.

Padlet пропонує такі шаблони, як стіна, сітка, хронологія чи мапа, які дозволяють адаптувати дошку до специфіки літературного завдання. Наприклад, формат «хронологія» підходить для аналізування історичного контексту твору, а «стіна» – для збору ідей під час дискусії. Учні / учениці можуть додавати текстові нотатки, зображення чи відео, що сприяє мультимедійному підходу до аналізу літератури.

Padlet підтримує одночасну роботу кількох користувачів, що дозволяє учнівству спільно створювати проєкти, коментувати ідеї однокласників або оцінювати їхні пости. Учитель чи вчителька може налаштувати анонімний або ідентифікований доступ для контролю. Ця функція ідеально підходить для групових завдань, наприклад, створення спільного аналізу персонажів чи тем твору.

Платформа дозволяє завантажувати зображення (наприклад, ілюстрації до творів), відео (екранізації чи лекції) та аудіозаписи (читання поезії), що збагачує уроки літератури. Учні / учениці можуть ділитися власними презентаціями чи есе, що сприяє творчому самовираженню.

Padlet доступний через браузер або мобільний додаток, що зручно для учнів та учениць із різними пристроями. Посилання на дошку можна надіслати

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

через Google Classroom, Zoom чи месенджери. Для асинхронного навчання учні можуть працювати з дошкою в зручний для них час.

Наведемо приклади використання Padlet на уроках словесності.

1. Аналізування персонажів у романі Джейн Остін «Гордість і упередження»

Учні створюють дошку у форматі «Сітка», де кожен додає пост про одного персонажа (Елізабет Беннет, містер Дарсі тощо). Пост містить цитату з твору, зображення, яке асоціюється з персонажем, і короткий аналіз його рис. Учні / учениці коментують пости однокласників у Zoom, Meet тощо.

Результат: учні та учениці поглиблюють розуміння характерів, розвивають навички аналізування та співпраці. Дошка стає основою для підсумкової дискусії.

2. Хронологія творчості Вільяма Шекспіра

У форматі «Хронологія» учні / учениці додають ключові дати, твори Вільяма Шекспіра та екранізації, а також короткі описи впливу творів на літературу. Наприклад, учень / учениця додає пост про трагедію «Ромео і Джульєтта» з посиланням на сучасну екранізацію.

Результат: учні та учениці систематизують знання про творчість Шекспіра, навчаються пов'язувати літературу з історичним контекстом.

3. Дискусія щодо тематики повісті Оноре де Бальзака «Гобсек»

У форматі «Стіна» учні додають пости з ідеями щодо тематики повісті (жадібність, мораль, суспільство), додаючи цитати, відео чи статті. Учитель / учителька модерує асинхронну дискусію через коментарі.

Результат: учні та учениці розвивають критичне мислення, навчаються аргументувати свою позицію та аналізувати сучасний контекст літератури.

Classroomscreen – це інтерактивна віртуальна дошка, яка пропонує набір інструментів для організації уроку: таймер, світлофор, рівень шуму, випадковий вибір імені, текстовий редактор, малювання тощо. Вона ідеально підходить для синхронного дистанційного навчання, коли вчитель чи вчителька та учні / учениці працюють у реальному часі через платформи відеоконференцій (Zoom, Google Meet).

Основні особливості використання Classroomscreen.

Таймер і секундомір допомагають учням / ученицям ефективно розподіляти час на виконання творчих завдань, наприклад, написання мікроесе чи підготовку до дискусії. Годинник і календар дозволяють нагадати про терміни здачі проєктів.

Функція малювання дозволяє вчителю чи вчительці створювати схеми, діаграми в реальному часі (наприклад, структуру повісті чи зв'язки між персонажами). Учні / учениці можуть відповідати через текстові поля, що зручно для швидкої рефлексії під час уроку.

Функція «Режим роботи» дозволяє налаштувати настрій уроку (наприклад, «Тиха робота» або «Групова дискусія»), що допомагає учням / ученицям зосередитися. «Світлофор» сигналізує про початок і завершення завдань. «Випадковий вибір імені» залучає учнівство до активної участі, наприклад, для відповідей чи презентацій.

Хоча сервіс англійськомовний, його можна налаштувати українською мовою, що полегшує використання для учнів та учениць. Дошка підходить для

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

всіх дисциплін, але її візуальні інструменти особливо цінні для уроків словесності.

Classroomscreen не вимагає реєстрації учнів / учениць, що спрощує доступ під час дистанційних уроків. Учитель просто ділиться екраном через відеоконференцію.

Наведемо приклади використання Classroomscreen на уроках словесності.

1. Аналіз поезії Поля Верлена. Учитель / учителька демонструє через Zoom, Google Meet вірш «Осіння пісня» на дошці Classroomscreen, використовуючи інструмент «Малювання» для створення схеми образів (осінь, меланхолія, любов). Учні / учениці відповідають у текстовому полі, які емоції викликає поезія. Таймер на 5 хвилин обмежує час відповідей.

Результат: учні та учениці вчаться аналізувати поетичні образи, швидко висловлювати думки та працювати в реальному часі.

2. *Дискусія про моральний вибір у повісті Оноре де Бальзака «Гобсек».* Учитель чи вчителька ставить запитання: «Чи виправдана жадібність Гобсека з погляду моралі?» і використовує «Світлофор» для позначення етапів дискусії. Учні відповідають у текстовому полі, а функція «Випадковий вибір імені» обирає, хто презентує аргументи.

Результат: учні та учениці розвивають навички аргументації та активно беруть участь у синхронному обговоренні.

3. *Рефлексія після перегляду екранізації «Гамлета».* Після перегляду фрагмента екранізації вчитель просить учнів / учениць записати в текстове поле Classroomscreen свої враження про інтерпретацію персонажа Гамлета. Таймер на 7 хвилин обмежує час, а «Світлофор» сигналізує завершення.

Результат: учні та учениці вчаться формулювати думки, аналізувати екранізацію та порівнювати її з текстом.

Отже, Padlet і Classroomscreen є потужними інструментами для організації дистанційних уроків словесності. Padlet ідеально підходить для створення мультимедійних проєктів, групової роботи та асинхронного навчання, тоді як Classroomscreen допомагає структурувати синхронні уроки, керувати часом і створювати інтерактивне середовище в реальному часі. Поєднання цих платформ дозволяє вчителям словесності зробити уроки захопливими, інтерактивними та творчими, що сприяє розвитку учнівських компетенцій і підтримці їхньої зацікавленості в умовах дистанційного навчання.

Висновки та пропозиції. Аналіз застосунків показує, що використання інтерактивних платформ на уроках словесності суттєво розширює освітні можливості: підвищує мотивацію учнівства, стимулює творчість, забезпечує візуальну підтримку складних тем, розвиває навички аналізу, співпраці та самовираження. Запропоновані приклади свідчать про те, що Google Arts & Culture, Figma, Padlet та Classroomscreen можуть бути ефективно використані не лише для ілюстрації навчального матеріалу, а й для розвитку критичного мислення, емоційного інтелекту й міжпредметних зв'язків.

Перспективи подальших досліджень полягають у розробці моделей інтеграції платформ в освітній процес з урахуванням вікових особливостей учнівства; апробації розроблених методик на практиці; вивченні впливу

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

цифрових інструментів на результати навчання та емоційне сприйняття літературних творів.

Список використаних джерел:

[1] Близнюк, Т. (2021). *Цифрові інструменти для онлайн і офлайн навчання: навчально-методичний посібник.* Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника. https://ciot.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/144/2021/05/4-на-друк-Цифрові-інструменти-посібник-_edited-ISBN_A5.pdf.

[2] Геревенко, А. М., Ільїна, Т. В., & Ібрагімова, Л. А. (2024). Використання цифрових платформ для підвищення якості професійної освіти. *Академічні візії*, 31. DOI: http://orcid.org/10.5281/zenodo.11442893.

[3] Гулай, О., Кабак, В., & Герасимчук, Г. (2023). *Засоби та технології цифрового навчання: теоретичний та практичний аспекти*. ЛНТУ.

[4] Заплатинський, В. М., & Уряднікова, І. В. (2021). Перспективи розвитку вищої освіти в умовах діджиталізації. *Педагогічні науки*, 151, 76–87. https://enpuirb.udu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/61e26198-e30f-41bc-9c8d-ac9c04524fef/content.

[5] Карплюк, С. О. (2019). Особливості цифровізації освітнього процесу у вищій школі [матеріали методологічного семінару]. *Інформаційно-цифровий освітній простір України: трансформаційні процеси і перспективи розвитку* : Методологічний семінар НАПН України, м. Київ, Україна, 188–197.

[6] Морзе, Н. В., Вембер, В. П., & Бойко, М. А. (2019). Використання цифрових технологій для формувального оцінювання. *Відкрийте освітнє е-середовище сучасного університету*, 202–214. https://doi.org/10.28925/2414-0325.2019s19.

[7] Угніч, Р., & Білошицька, А. (2021). Викладання української мови й літератури з використанням технологій дистанційного навчання: практичні поради. *Житомирщина педагогічна*. 3 (23). https://imso.zippo.net.ua/wp-content/uploads/2021/10/4-Угніч_Білошиц_ка_2021-78_.pdf.

[8] Шарова, Т. М. (2022). Використання мультимедійної онлайн платформи з вивчення української літератури. *Інформаційні технології в професійній діяльності.* XV Всеукраїнська науково-практична конференція, м. Рівне, Україна. РВВ РДГУ, 79–82. http://obrii.org.ua/usec/storage/article/sharova_22_79.pdf.

[9] Швиденко, О. М. (б. д.). Методика використання онлайн ресурсів на уроках української мови та літератури під час дистанційного навчання. https://naurok.com.ua/metodika-vikoristannya-onlayn-resursiv-na-urokah-ukra-nsko-movi-ta-literaturi-pid-chas-distanciynogo-navchannya-336030.html.

[10] Яценко Т. О., & Тригуб І. А. (б. д.). Дистанційне навчання у шкільному курсі української літератури. https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/722793/1/Дистанційне%20навчання%20у%20шкільному%20курсі%20укр%20літ.pdf.

INTERACTIVE PLATFORMS FOR STUDENTS' CREATIVE AND RESEARCH ACTIVITIES IN LANGUAGE LESSONS

Harna Svitlana Yuriivna
Ph.D. in Pedagogical sciences, Associate Professor of the Department of Social, Humanitarian and Media Education

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Vice-Rector of Innovation and Methodological Work
Donetsk In-Service Teacher Training Institute, Ukraine
Shcherbatiuk Viktoriia Stanislavivna
Head of the Department of Language, Literature and Art Education
Teacher of the Department of Social, Humanitarian and Media Education
Donetsk In-Service Teacher Training Institute, Ukraine
Kovalova Tetiana Georgievna
Methodologist the Department of Language, Literature and Art Education
Teacher of the Department of Social, Humanitarian and Media Education
Donetsk In-Service Teacher Training Institute, Ukraine

Summary. *The article explores the possibilities of integrating modern digital tools into the educational process, particularly in world literature lessons. The feasibility of using platforms such as Google Arts & Culture, Figma, Padlet, and Classroomscreen is substantiated for enhancing interactivity, increasing student engagement, and developing critical thinking, research, and creative skills. Specific examples of applying these platforms at various stages of studying literary works are presented, demonstrating their potential for visualizing context, conducting in-depth text analysis, fostering interdisciplinary connections, and organizing project-based learning. It is emphasized that, despite the wide variety of available digital tools, their systematic integration into the practice of teaching literature remains insufficiently studied. Practical recommendations and examples are offered for literature teachers who seek to modernize their lessons and effectively harness the potential of digital technologies in the context of contemporary educational challenges.*
Keywords: *digitalization; interactive platforms; digital tools; visualization.*

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ARTICLE
DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.077

МЕТОДИЧНІ РІШЕННЯ ЩОДО ВПРОВАДЖЕННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ОСВІТУ МАЙБУТНЬОГО ПЕДАГОГА

НАУКОВО-ДОСЛІДНА ГРУПА:

Звєкова Вікторія Корніївна
кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри загальної педагогіки і спеціальної освіти
Ізмаїльський державний гуманітарний університет, Україна

Звєкова Світлана Миколаївна
викладач, аспірант
Ізмаїльський державний гуманітарний університет, Україна

Рогатин Сергій Володимирович
аспірант
Ізмаїльський державний гуманітарний університет, Україна

Бабовал Сергій Володимирович
аспірант
Ізмаїльський державний гуманітарний університет, Україна

Анотація. *У статті досліджуються методичні рішення, спрямовані на ефективне впровадження цифрових технологій у сучасний освітній процес. В умовах стрімкої цифровізації суспільства інтеграція інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) стає одним із ключових чинників модернізації освіти, що відкриває нові можливості для підвищення якості навчання, розвитку цифрової компетентності здобувачів освіти та педагогів.*

Автори аналізують основні педагогічні підходи, серед яких інтегративний, диференційований та проєктно-орієнтований, які забезпечують органічне та системне використання цифрових інструментів у навчальному процесі. Досліджено методичні рішення, спрямовані на впровадження цифрових технологій в освітній процес. Розглянуто основні педагогічні підходи - інтегративний, диференційований та проєктно-орієнтований, які забезпечують системне і ефективне використання інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) у навчанні. Установлено, що формування цифрових компетентностей учнів і підвищення цифрової грамотності педагогів можливе за умови комплексної методичної підтримки та застосування адаптивних цифрових ресурсів. Проаналізовано виклики цифрової трансформації освіти, зокрема питання інформаційної безпеки та етичного використання ІКТ. Запропоновано рекомендації щодо методичного супроводу цифрової освіти, які сприяють підвищенню

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

якості навчання і формуванню конкурентоспроможних фахівців у цифровому суспільстві. Матеріали статті можуть бути корисними для педагогів, методистів, викладачів закладів різних рівнів освіти, а також для науковців і усіх, хто зацікавлений у сучасних підходах до цифрової трансформації освітнього процесу.
Ключові слова: *цифрова компетентність, методичні рішення, цифрові технології, педагог, освітній процес/*

Постановка проблеми. Сучасна освітня система переживає інтенсивні зміни під впливом цифрової трансформації, яка охоплює всі рівні навчання. Однак, попри активне впровадження цифрових технологій, існує низка проблем, пов'язаних з їх неузгодженим або формальним використанням у навчальному процесі. Бракує єдиної системи методичних підходів, які б забезпечували ефективне і педагогічно доцільне впровадження ІКТ у навчальне середовище.

Наявні цифрові інструменти часто використовуються без належного дидактичного обґрунтування, що знижує їхній потенціал у формуванні цифрових компетентностей здобувачів освіти. Крім того, не всі педагоги мають достатній рівень цифрової грамотності та методичної підготовки для їх ефективного застосування. Це обумовлює необхідність глибокого аналізу й розробки обґрунтованих методичних рішень, спрямованих на оптимальну інтеграцію цифрових технологій в освітній процес.

У сучасних умовах цифровізації суспільства система освіти зазнає суттєвих трансформацій, що вимагає перегляду традиційних підходів до навчання та викладання. Впровадження цифрових технологій стало не лише викликом, але й необхідністю, яка дозволяє забезпечити доступність, інтерактивність та інноваційність освітнього процесу. Особливої значущості набуває розробка ефективних методичних рішень, які б сприяли цілеспрямованому формуванню цифрових компетентностей у здобувачів освіти та педагогів. З огляду на динамічний розвиток інформаційно-комунікаційних технологій, важливо не лише інтегрувати цифрові інструменти в освітню практику, а й обґрунтувати методичні засади їхнього використання. Це забезпечить якісну підготовку фахівців, здатних адаптуватися до вимог сучасного ринку праці та бути активними учасниками цифрового суспільства. Отже, дослідження методичних рішень щодо впровадження цифрових технологій майбутнього педагога в освіту є надзвичайно актуальним і своєчасним.

Аналіз досліджень та публікацій. Проблема впровадження цифрових технологій в освітній процес активно досліджується вітчизняними та зарубіжними науковцями. Зокрема, значну увагу формуванню цифрових компетентностей педагогів і здобувачів освіти приділяють такі дослідники, як (В. Андрущенко, В. Биков, І. Зязюн, В. Кремень, В. Огнев'юк, О. Спірін, Н. Морзе, М. Жалдак, С. Семеріков, С. Сисоєва та ін.) які розглядають цифрову трансформацію освіти як необхідну умову модернізації освітнього середовища. Сучасні вимоги до організації педагогічної діяльності та підготовки майбутніх учителів визначаються законами України «Про вищу освіту», «Про освіту», Національною доктриною розвитку освіти України у XXI столітті, професійним стандартом «Вчитель початкових класів закладу загальної середньої освіти» та

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

концепцією Нової української школи. Ці нормативні документи підкреслюють необхідність постійного оновлення й удосконалення професійних знань, умінь і компетентностей майбутніх педагогів, а також активного впровадження цифрових технологій у їхню професійну діяльність. У зв'язку з цим особливої актуальності набуває питання підготовки майбутніх педагогів, зокрема молодших класів, до використання цифрових технологій в освітньому процесі.

Окремі дослідження присвячені методичному забезпеченню цифрової освіти в закладах вищої та середньої освіти. Вчені підкреслюють необхідність підготовки педагогічних кадрів до роботи з цифровими ресурсами, що вимагає нових підходів до підвищення кваліфікації, розробки методичних рекомендацій і цифрових освітніх платформ.

Разом із тим, існує потреба у систематизації наявного досвіду, поглибленні методичних підходів до впровадження цифрових технологій в освітню діяльність, а також у створенні адаптованих до різних рівнів освіти моделей методичного супроводу.

Метою статті є теоретичне обґрунтування та практичний аналіз методичних рішень, спрямованих на ефективне впровадження цифрових технологій у навчальний процес. Зокрема, дослідження має на меті виявити основні педагогічні підходи, інструменти та методики, що сприяють формуванню цифрових компетентностей здобувачів освіти та підвищенню цифрової грамотності педагогів.

Виклад основного матеріалу. Цифровізація освіти виступає необхідною умовою комплексного реформування освітньої сфери та підготовки педагогів в Україні, слугує провідним інструментом навчання й особистісного розвитку в інформаційному суспільстві, особливо в умовах глобальних викликів і російської агресії проти України, що призвела до гуманітарної кризи.

Реформування системи освіти є важливим чинником розвитку економіки та суспільства, що підтверджується результатами міжнародних досліджень. Відповідно до положень нового Закону України «Про освіту», держава зобов'язана безоплатно забезпечити всіх учнів і вчителів підручниками, у тому числі в електронному форматі. У цьому контексті особливого значення набувають два ключові аспекти: по-перше, наявність сучасного та якісного цифрового контенту; по-друге, створення національної е-платформи, яка стане багатофункціональним і гнучким інструментом для реалізації електронного навчання (e-learning) [14].

Впровадження цифрових технологій в освіту є одним із пріоритетних напрямів сучасної педагогіки. Розвиток інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) відкриває нові можливості для організації навчального процесу, створення інтерактивного освітнього середовища, підвищення мотивації здобувачів освіти та розвитку їхніх цифрових компетентностей. Методичні рішення щодо впровадження цифрових технологій включають комплекс педагогічних підходів і практичних рекомендацій, що забезпечують ефективне використання ІКТ у навчанні. Одним із ключових завдань є формування у педагогів навичок цифрової грамотності та методичної компетентності для усвідомленого використання цифрових інструментів [9, 10, 11].

Серед основних методичних підходів виділяють:

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

• Інтегративний підхід, що передбачає органічне включення цифрових технологій у навчальні дисципліни без порушення їхньої структури та логіки.

• Диференційований підхід, який враховує індивідуальні особливості учнів, рівень їх цифрової підготовки та специфіку навчального матеріалу;

• Проєктно-орієнтоване навчання, що використовує цифрові платформи для створення і реалізації навчальних проєктів, сприяючи розвитку критичного мислення та комунікативних навичок.

Практичними інструментами є використання електронних навчальних курсів, інтерактивних платформ (Moodle, Google Classroom), цифрових лабораторій, віртуальних симуляторів та мультимедійних ресурсів. Важливим компонентом є також організація постійного професійного розвитку педагогів через вебінари, онлайн-курси та методичні семінари.

Особливу увагу слід приділяти питанням безпеки інформації, авторського права та етичного використання цифрових технологій. Крім того, необхідно впроваджувати системи оцінювання цифрових компетентностей як учнів, так і викладачів. Вивчення цифровізації підготовки вчителів у межах педагогічної теорії неможливе без наукового дискурсу, який ми розглядаємо як методологічний інструмент для отримання об'єктивних і достовірних результатів наукового пізнання проблеми. Джерело містить багатошарову інформацію, оскільки відображає об'єктивну реальність крізь призму авторського бачення. Тому ми трактуємо його як продукт пізнання педагогічної теорії, що потребує осмислення та узагальнення в процесі реалізації завдань дослідження.

Важливим для нашого дослідження є науковий доробок у галузі філософії освіти, в якому, за В. Кременем, ключовими концептами виступають людиноцентризм, інноваційна особистість та орієнтована на людину якісна сучасна освіта, спрямована на формування потреби в постійному саморозвитку. Учений визначив стратегію людиноцентризму в освіті як «перенесення центру діяльності на людину – її творчість, розум, уяву, волю, на формування здатності до нестандартних, якісно нових рішень і дій» [4, с. 503]

Така особистість має володіти інформаційно-комунікаційними технологіями, бути мобільною у віртуальному середовищі, інноваційною, компетентною, самодостатньою та здатною навчатися впродовж життя. Академік В. Кремень підкреслює важливість забезпечення належного теоретико-методологічного та науково-методичного супроводу функціонування й модернізації освітньої сфери в умовах цивілізаційних змін і становлення нового феномена – мережевого суспільства [5].

Досліджуючи вплив глобалізації та технологічного розвитку суспільства на наукову діяльність і систему освіти, С. Сисоєва виокремлює ключові педагогічні пріоритети цифровізації освіти. Серед основних з них варто відзначити: об'єднання зусиль науковців і практиків для всебічного аналізу та міждисциплінарного розв'язання сучасних викликів цифрового освітнього середовища і педагогічних основ цифровізації; формулювання концептуальних засад цифрової педагогіки та визначення змісту ключових педагогічних понять цифрової освіти; розробку цифрової дидактики; а також ідентифікацію ризиків цифровізації освіти та пошук ефективних шляхів їх подолання [8].

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Інформація та все, що пов'язано з її накопиченням, оновленням, передачею і використанням, як зазначає В. Огнев'юк, стала ключовим чинником сучасної цивілізації [6].

С. Сисоєва підкреслює, що місія сучасної освіти полягає у забезпеченні суспільству й кожному громадянину переходу в цифрову епоху, яка передбачає застосування нових інструментів праці, зміненого середовища життєдіяльності та підготовки [8].

Оскільки знання оновлюються швидше, ніж змінюються покоління, В. Огнев'юк наголошує на складному двоєдиному завданні, що стоїть перед освітою: «з одного боку, вона має модернізуватися з урахуванням новітніх технологій шляхом широкого впровадження інформаційно-комп'ютерних технологій у навчально-виховний процес, а з іншого - формувати у молоді компетентності, необхідні для успішної самореалізації в інформаційному суспільстві після закінчення школи» [7, с. 87].

У сучасних реаліях дистанційного та змішаного навчання методичні рішення повинні бути гнучкими та адаптивними, щоб забезпечити якісне навчання незалежно від формату освітнього процесу. У процесі підготовки майбутніх учителів початкових класів в Ізмаїльському державному гуманітарному університеті активно застосовуються цифрові технології. Зокрема, використання сучасних інструментів, таких як вебінари, блоги, створення інтернет-проєктів, інтерактивна дошка, як в асинхронному режимі, так і онлайн, поступово змінює традиційні методи навчання. Саме впровадження цифрових технологій сприяє формуванню компетентного та сучасного педагога.

Також використовується активний формат публічного обговорення - «Дискусійна платформа», зустріч аспірантів, студентів, під час якого інформація подається за допомогою цифрових технологій, зокрема соціальних мереж, інтерактивної дошки, електронного тестування через Google-форми тощо. Усі учасники освітнього процесу, залучені до обговорення, мають рівні права та можливості.

Таким чином, системний підхід до методичного забезпечення впровадження цифрових технологій є запорукою підвищення якості освіти і формування конкурентоспроможних фахівців нового покоління.

Висновки та пропозиції. Впровадження цифрових технологій у освітній процес є ключовим фактором підвищення якості сучасної освіти. Використання мультимедійних презентацій, інтерактивних платформ і цифрових лабораторій дозволяє зробити навчання більш наочним, динамічним і доступним для різних категорій учнів. Наприклад, застосування віртуальних симуляторів у курсах природничих наук допомагає студентам глибше розуміти складні явища, які важко демонструвати у класі.

Для забезпечення ефективної інтеграції ІКТ необхідно використовувати комплексний системний підхід, який поєднує інтегративний, диференційований та проєктно-орієнтований методи навчання.

- *Інтегративний підхід* дозволяє плавно включати цифрові інструменти у традиційні навчальні дисципліни, як-от використання електронних підручників з вбудованими тестами та відеоматеріалами.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

- *Диференційований підхід* реалізується через адаптивні освітні платформи (наприклад, Moodle або Khan Academy), які підлаштовують рівень складності завдань під індивідуальні потреби учнів.

- *Проєктно-орієнтоване навчання* за допомогою Google Workspace чи Microsoft Teams сприяє розвитку командної роботи та критичного мислення шляхом виконання спільних цифрових проєктів.

Таким чином, комплексний підхід до методичного забезпечення цифрової трансформації освіти дозволить не лише підвищити якість навчання, а й сформувати у здобувачів необхідні компетентності для успішної діяльності у цифровому суспільстві.

Список використаних джерел:

[1] Андрущенко, В., Кивлюк, О., Скубашевська, О. (2022). *Інформаційний вимір сучасної освіти*. Київ: МП Леся.

[2] Жалдак, М. І. (2011). Система підготовки вчителя до використання інформаційно-комунікаційних технологій в навчальному процесі. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 2: Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*, (11), 3–15. Київ.

[3] Зязюн, І. А. (2006). Освітні парадигми та педагогічні технології у вимірах філософії освіти. *Науковий вісник МДУ ім. В. О. Сухомлинського*, (1(33)), 22–26.

[4] Кремень, В. Г. (2009). Філософія людиноцентризму в стратегіях освітнього простору. Київ: Педагогічна думка.

[5] Кремень, В. Г. (2013). Проект сучасної освіти: інноваційна людина. Рідна школа, (8–9), 4–8.

[6] Огнев'юк, В. О. (2003). Освіта в системі цінностей сталого людського розвитку. Київ: Знання України.

[7] Огнев'юк, В. (2013). Реформування як сутнісна характеристика сучасної освіти. У В. Кремень, Т. Левовицький, В. Огнев'юк, & С. Сисоєва (Ред.), Освітні реформи: місія, дійсність, рефлексія (с. 460). Київ: ТОВ «Видавниче підприємство «Едельвейс». https://repository.ldufk.edu.ua/bitstream/34606048/33843/1/ukr_pol_monograf_478_06.pdf

[8] Sysoieva, S. (2021). Digitalization of education: Pedagogical priorities. *Education: Modern Discourses*, *14*, 4–22. https://doi.org/10.37472/2617-3107-2021-4-02

[9] Кабінет Міністрів України. (2016, 14 грудня). Про схвалення Концепції реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» на період до 2029 року: Розпорядження № 988-р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/988-2016-%D1%80#Text

[10] Міністерство освіти і науки України. (n.d.). Концепція цифрової трансформації освіти і науки: МОН запрошує до громадського обговорення. URL: https://mon.gov.ua/ua/news/koncepciya-cifrovoyi-transformaciyi-osviti-i-nauki-mon-zaproshuye-dogromadskogo-obgovorennya

[11] Кабінет Міністрів України. (2020, 30 вересня). Про деякі питання державних стандартів повної загальної середньої освіти: Постанова № 898. URL: https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-deyaki-pitannya-derzhavnih-standartiv-povnoyi-zagalnoyi-serednoyi-osviti-i300920-898

[12] Міністерство освіти і науки України. (2018, 22 травня). Про затвердження Положення про Національну освітню електронну платформу: Наказ № 523. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0702-18#Text

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[13] Міністерство освіти і науки України; Міністерство молоді та спорту України. (2012, 1 жовтня). Про затвердження Положення про електронні освітні ресурси: Наказ № 1060 (зі змінами від 29.05.2019 № 749). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1695-12#Text
[14] Верховна Рада України. (2017, 5 вересня). Про освіту: Закон України № 2145-VIII. Відомості Верховної Ради України (ВВР), № 38-39, ст. 380. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text

METHODOLOGICAL APPROACHES TO IMPLEMENTING DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE EDUCATION OF FUTURE EDUCATORS

SCIENTIFIC RESEARCH GROUP:
Viktoriia Zviekova
Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of General Pedagogy and Special Education
Izmail State Humanities University, Ukraine
Svitlana Zviekova
Lecturer, PhD student
Izmail State Humanities University, Ukraine
Serhii Rohatyn
PhD student
Izmail State Humanities University, Ukraine
Serhii Baboval
PhD student
Izmail State Humanities University, Ukraine

Summary. *The article explores methodological solutions aimed at the effective implementation of digital technologies in the modern educational process. In the context of rapid digitalization of society, the integration of information and communication technologies (ICT) has become one of the key factors in the modernization of education, opening new opportunities for improving the quality of learning and fostering the digital competence of both learners and educators.*
The authors analyze the main pedagogical approaches - integrative, differentiated, and project-oriented - that ensure the organic and systematic use of digital tools in the learning process. Methodological solutions for integrating digital technologies into education are examined in detail. It is established that the development of students' digital competences and the enhancement of teachers' digital literacy are achievable through comprehensive methodological support and the use of adaptive digital resources. The study also addresses the challenges of digital transformation in education, including issues of information security and the ethical use of ICT.
Recommendations are proposed for the methodological support of digital education, contributing to improved learning quality and the preparation of competitive specialists in the digital society.
The materials of the article may be useful for teachers, methodologists, lecturers at various levels of education, as well as for researchers and all those interested in modern approaches to the digital transformation of the educational process.
Keywords: *digital competence, methodological solutions, digital technologies, educator, educational process*

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.078

НЕЙРОФІЗІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ КОРЕКЦІЇ: РУХОВА КООРДИНАЦІЯ ЯК КЛЮЧОВИЙ ФАКТОР ПРИ ТЯЖКИХ ПОРУШЕННЯХ МОВЛЕННЯ

Губарь Ольга Григорівна
кандидат педагогічних наук, доцент, завідувач кафедри технологій корекційної та інклюзивної освіти, логопедії та реабілітології
Полтавський національний педагогічний університет імені В.Г. Короленка, Україна

Пономаренко Катерина Олександрівна
магістрантка 1-го курсу спеціальності А6 Спеціальна освіти
Полтавський національний педагогічний університет імені В.Г. Короленка, Україна

Анотація. *У статті досліджено взаємозв'язок між порушеннями рухової координації та тяжкими мовленнєвими порушеннями (ТПМ) у дітей. Обґрунтовано інтегративний підхід до корекції, який поєднує логопедичні, нейропсихологічні та моторні стратегії. Автори аналізують провідні вітчизняні та зарубіжні концепції рухової координації, визначають її ключові компоненти (рівновага, точність, ритмічність, узгодженість тощо) та доводять їхню значущість для мовленнєвого розвитку. Показано, що у дітей з ТПМ спостерігаються вибіркові або комплексні порушення координаційних здібностей, які ускладнюють формування мовленнєвої функції. Підсумовано необхідність системного впровадження інтегративних методик у логопедичну практику та закладено основи для подальших досліджень у цьому напрямі.*

Ключові слова: *рухова координація, тяжкі порушення мовлення, інтегративний підхід, дизартрія, алалія, психомоторика, логопедія, ритмічні вправи.*

Постановка проблеми. Рухова координація є ключовою для психофізичного розвитку дитини, впливаючи на самообслуговування, ігрову діяльність та соціальну взаємодію. Для дітей з тяжкими порушеннями мовлення (ТПМ) її розвиток є особливо важливим, оскільки в них часто спостерігаються порушення рівноваги, точності моторики та узгодженості рухів, що значно ускладнює корекційну роботу.

Тісний взаємозв'язок між мовленнєвим і моторним розвитком науково обґрунтований: дисфункції у руховій сфері безпосередньо впливають на формування мовленнєвої системи. Традиційні логопедичні методики, зосереджені лише на мовленнєвому апараті, часто недостатні при ТПМ, де рухові порушення є частиною етіопатогенезу. Інтеграція фізичних активностей

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

(ритмічні рухи, танцювально-рухова терапія, вправи на балансування та просторову орієнтацію) може значно підвищити ефективність корекційно-розвиткової допомоги. Необхідність глибокого розуміння та ефективної корекції рухових порушень при ТПМ стає першочерговою для покращення мовленнєвих показників та загальної адаптації дітей з ООП. Наукові дослідження підтверджують тісний нейрофізіологічний зв'язок мовлення та рухової координації, що пояснює потребу інтегративного підходу.

Аналіз досліджень та публікацій. У науковій літературі порушення рухової координації розглядаються як супутні мовленнєвим порушенням (Миронова С., Качуровська О., Засенко В., Колупаєва А.). Наголошується на важливості сенсомоторної інтеграції як основи для мовного та когнітивного розвитку. Більшість дослідників вказують на необхідність цілісного підходу в логопедичній та реабілітаційній роботі.

Качуровська О. та Андрющенко Т. описують методики, що впливають на розвиток координації та мовлення у дітей з ООП [4]. Проте їхнє практичне впровадження недостатньо систематизоване, що зумовлює потребу подальших досліджень. Важливим є і зарубіжний досвід А.Дж. Айрес ввела поняття «сенсорної інтеграції» та довела її значення для розвитку мовлення, моторики та навчання. К. Тоуунсенд підкреслює роль цілісного нейропсихологічного підходу [8]. М. Гасс наголошує на ефективності рухової активності та інтегративних програм у реабілітації дітей з комплексними порушеннями [9].

Таким чином, результати наукових досліджень підтверджують існування тісного зв'язку між мовленням та руховою координацією, а також потребу в міждисциплінарному, інтегративному підході в роботі з дітьми із ООП.

Мета статті — поглибити наукові уявлення про взаємозв'язок рухової координації та тяжких порушень мовлення у дітей, обґрунтувати актуальність та окреслити перспективи розробки інтегративного підходу до їх корекції.

Виклад основного матеріалу. Рухова координація — це злагоджена робота м'язів і нервової системи для цілеспрямованих рухів. У дітей із ТПМ часто спостерігаються порушення рівноваги, точної моторики та узгодженості рухів. У корекційній педагогіці застосовують інтегровані заняття, що поєднують логопедичні вправи з фізичними активностями, зокрема ритмічні рухи, танцювально-рухову терапію, вправи на балансування, просторову орієнтацію, використання м'ячів та нестабільних поверхонь.

Розвиток рухових координацій у дітей з ТПМ вимагає фундаментального розуміння самого поняття, що починається з "узгодженості рухів окремих ланок тіла у просторі і часі". Це твердження є описовим, але не пояснювальним, воно не розкриває нервові, фізіологічні чи когнітивні процеси, що забезпечують гармонію руху.

Глибоке розуміння рухової координації, її механізмів та функціональних наслідків можливе за умови наукового дослідження визначень від провідних науковців, що дозволить перейти від простої характеристики до складного наукового конструкту. Згідно з дослідженнями, рухова координація розглядається як багатогранне явище, що охоплює різні аспекти:

Так, М. Бриль та І. Горька [1] акцентують увагу на здатності узгоджувати м'язові групи для досконалого вирішення складних, раптових рухових завдань.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Основні компоненти, які вони виділяють, це узгодженість м'язових груп, оптимальність рішення та адаптивність до несподіваних обставин. Це підкреслює динамічний і адаптивний характер координації.

В. Клименко [5] розглядає рухову координацію як психомоторний стан, що характеризується впорядкованістю, усвідомленістю та відповідністю природній логіці рухів. Таким чином, він виділяє когнітивний аспект, де свідомий контроль відіграє ключову роль.

Згідно з дослідженнями М. Гуменюк та В. Клименко [5] визначають координацію як властивість рухів та показник розвинених психомоторних здібностей. Вони розширюють це поняття, включаючи такі компоненти, як сила, швидкість, темп, точність, влучність, пластичність, спритність, ритм, а також саму координованість як інтегруючу властивість. Це свідчить про комплексний характер координації, що об'єднує різні моторні якості.

С. Михайлова [1] зосереджується на структурі координаційних рухів, підкреслюючи точність відтворення/диференціювання просторових, часових, м'язових параметрів, а також точність узгодження рухів та статичну рівновагу. Її підхід акцентує увагу на мікрорівні рухового контролю.

В. Староста [1] розглядає рухову координацію як складовий елемент рухової підготовки та основу успіхів у спорті та професійній діяльності. Він підкреслює її практичне значення, зазначаючи, що високий рівень розвитку координації є основою технічної підготовки та майстерності.

Л. Назаренко [6] представляє рухову координацію як комплекс взаємопов'язаних, але відносно самостійних координаційних якостей. Вона виділяє такі елементи, як спритність, рухливість, точність, рівновага, стрибучість, ритмічність, влучність, пластичність. Це підкреслює багатокомпонентність та взаємозалежність різних аспектів координації.

Аналіз зазначених поглядів дозволив виділити ключові компоненти рухової координації, серед яких: просторово-часові параметри рухів; точність та влучність; рівновага (статична та динамічна); спритність та пластичність[10]; ритмічність; здатність до розслаблення м'язів; узгодженість м'язових груп; психомоторний стан та усвідомленість [5].

На основі аналізу, рухова координація може бути визначена як багатокомпонентна психомоторна здатність, що проявляється в оптимальному узгодженні та регуляції рухових дій окремих ланок тіла у просторі, часі та за м'язовими параметрами, забезпечуючи точне, ефективне та адаптивне вирішення рухових завдань, особливо в умовах змінних та непередбачуваних обставин, при збереженні рівноваги та оптимальної м'язової взаємодії. Це визначення є інтегрованою концепцією, що відображає динамічний, багатовимірний та функціонально орієнтований характер рухової координації.

Порушення рухової координації тісно пов'язані з мовленнєвим розвитком. У дітей з ТПМ (алалія, афазія, дизартрія) часто спостерігаються порушення одного або декількох ключових компонентів рухової координації, таких як просторово-часові параметри, точність рухів, узгодженість м'язової діяльності, темп, ритм, а також здатність до переключення та перебудови рухових програм. Ці порушення є не просто супутнім явищем, а інтегральною складовою самого діагнозу, що значно ускладнює корекцію.

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Наприклад, при дизартрії спостерігаються виражені порушення артикуляційної моторики, проблеми з регуляцією просторових і часових параметрів рухів язика, губ, м'якого піднебіння, що призводить до неточних артикуляційних рухів. У дітей з алалією часто виявляється глобальне порушення моторного планування та координації, включаючи ритмічність та адаптацію рухів [1]. Це впливає на формування кінестетичних відчуттів, необхідних для відтворення мовленнєвих програм. В. Клименко підкреслює, що порушення рухової координації при ТПМ часто супроводжуються недостатньою усвідомленістю та контролем власних рухів, що перешкоджає формуванню внутрішніх мовленнєвих програм [5].

Таким чином, рухова координація є однією з ключових, найбільш комплексних та фундаментальних психомоторних здібностей людини, що лежить в основі всіх форм рухової діяльності. Проведений аналіз визначень (М. Бриль, І. Горька, В. Клименко, М. Гуменюк, С. Михайлова, В. Староста, Л. Назаренко) виявив багатогранність цього поняття.

Висновки та пропозиції. Запропоноване визначення рухової координації є інтегрованою концепцією, що відображає динамічний, багатовимірний та функціонально орієнтований характер цієї психомоторної здатності. Вона підкреслює її роль як фундаментальної здібності, що дозволяє людині ефективно взаємодіяти зі своїм фізичним середовищем та досягати майстерності у складних рухових діях.

Зважаючи на те, що порушення рухової координації є суттєвим ускладнюючим фактором у корекції ТПМ, існує нагальна потреба у подальшому поглибленому дослідженні рухової активності дітей із ТПМ. Необхідно зосередитись на розробці деталізованих діагностичних критеріїв для оцінки специфічних порушень рухової координації у дітей з різними формами ТПМ та створенні та впровадженні інноваційних, науково обґрунтованих методик розвитку рухової координації, інтегрованих у логопедичну практику, з акцентом на поєднання мовленнєвих та рухових завдань.

Список використаних джерел:

[1] Білик К.О. (2020). Особливості розвитку координаційних здібностей молодших школярів на заняттях оздоровчими видами гімнастики: кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра: СумДПУ. 2020. Суми. 78 с.
[2] Засенко, В., Колупаєва, А., Мороз, & Б., Овсяник, В. (2020). Використання інформаційних технологій в умовах спеціального та інклюзивного навчання дітей зі слухомовленнєвими порушеннями. Інститут спеціальної педагогіки НАПН України. http://rc-vabos.at.ua/_ld/0/9.pdf3
[3] Качуровська, О. (2018). Інформаційно-комунікативні технології у навчанні дітей з порушеннями психофізичного розвитку. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*, №134. 122–129. DOI/org/10.31392/144924
[4] Козетов І. (2008). Виховання спритності та координаційних здібностей у дітей молодшого шкільного віку. *Фізичне виховання в школі*. 2008. № 1. 10-14.
[5] Колумбет О.М.(2014). Розвиток координаційних здібностей молоді: монографія. Київ, «Освіта України» 420 с.
[6] Anderson V., Northam E., Wrennall J., (2018). Developmental Neuropsychology: a clinical approach. London. Routledge. 584. https://doi.org/10.4324/9780203799123

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[7] Hass, M. (2016). Therapeutic Movement and Multisensory Integration in Children with Developmental Disabilities. *Journal of Pediatric Rehabilitation Medicine.* 9(2), 89–98. DOI: 10.3233/PRM-160369
[8] Hittleman, R. (2004). Yoga is the path to physical perfection. Series: The Path to Excellence. Amrita. 208 p. 5

NEUROPHYSIOLOGICAL BASIS OF CORRECTION: MOTOR COORDINATION AS A KEY FACTOR IN SEVERE SPEECH DISORDERS

Hubar Olha Hryhorivna
PhD in Pedagogical Sciences, Associate Professor,
Head of the Department of Correctional and Inclusive Education Technologies, Speech Therapy and Rehabilitation
Poltava V.G. Korolenko National Pedagogical University, Ukraine
Ponomarenko Kateryna Oleksandrivna
1st-year Master's Student, Specialty A6 Special Education
Poltava V.G. Korolenko National Pedagogical University, Ukraine

Summary. *The article explores the relationship between motor coordination impairments and severe speech disorders (SSD) in children. It substantiates an integrative approach to correction that combines speech therapy, neuropsychological, and motor strategies. The authors analyze leading national and international concepts of motor coordination, identify its key components (balance, accuracy, rhythm, coordination, etc.), and demonstrate their significance for speech development. It is shown that children with SSD often exhibit selective or complex coordination impairments that hinder the formation of speech functions. The article concludes with the need for the systematic implementation of integrative techniques in speech therapy practice and lays the groundwork for further research in this area.*
Keywords: *motor coordination, severe speech disorders, integrative approach, psychomotor skills, dysarthria, alalia, neuropsychology, speech therapy, rhythmic exercises.*

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ARTICLE

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.079

ПОНЯТТЯ «ПРОФЕСІЙНА ІДЕНТИЧНІСТЬ» У КОНТЕКСТІ ПЕДАГОГІЧНОЇ НАУКИ

Явон Андрій Павлович
студент
Комунальний заклад «Харківська гуманітарно-педагогічна академія» Харківської обласної ради, Україна

Анотація. *Досліджено поняття професійної ідентичності в контексті педагогічної науки. Розглянуто теоретичні підходи до визначення структури професійної ідентичності майбутніх вчителів, виділено основні компоненти: когнітивний, ціннісно-мотиваційний, діяльнісний та рефлексивний. Установлено, що формування професійної ідентичності є комплексним процесом, який передбачає взаємодію знань, особистісних цінностей, практичної діяльності та рефлексії. Проаналізовано сучасні наукові дослідження з проблеми, визначено напрями подальшого розвитку методик формування професійної ідентичності в освітньому процесі. Висвітлено значення професійної ідентичності для ефективної педагогічної діяльності та особистісного розвитку студентів педагогічних спеціальностей.*

Ключові слова: *професійна ідентичність; педагогічна підготовка; формування компетенцій.*

Постановка проблеми

Професійна ідентичність є фундаментальним компонентом професійного становлення майбутніх педагогів та визначає здатність суб'єкта освітньої діяльності усвідомлювати себе як фахівця, формувати власну педагогічну позицію та інтегрувати професійні компетенції у навчальний процес [1, с. 32]. У сучасному суспільстві, що характеризується динамічними змінами освітніх стандартів, професійна ідентичність стає не лише когнітивним конструктом, а й інтегрованою системою цінностей, мотивацій та дій, яка забезпечує готовність до ефективної педагогічної діяльності. Відсутність сформованої професійної ідентичності може призводити до внутрішніх конфліктів у студентів, невпевненості у власних професійних рішеннях та зниження мотивації до саморозвитку й професійного вдосконалення.

Проблема формування професійної ідентичності у педагогічній науці розглядається як багаторівнева, що включає когнітивний, мотиваційно-ціннісний, діяльнісний та рефлексивний аспекти. Сучасні виклики освіти, пов'язані з впровадженням цифрових технологій, інклюзивних практик та компетентнісного підходу, вимагають нових моделей формування професійної ідентичності, орієнтованих на розвиток здатності до адаптації, критичного мислення та педагогічної креативності.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Аналіз досліджень та публікацій

Наукова література останніх років демонструє, що професійна ідентичність є комплексним феноменом, який включає когнітивний компонент (знання про професію, усвідомлення її специфіки), ціннісно-мотиваційний (внутрішня мотивація, професійні цінності), діяльнісний (практична реалізація компетенцій) та рефлексивний (самоаналіз та оцінка професійного розвитку) [2, с. 18].

Кухаренко (2020) наголошує на необхідності послідовного формування ідентичності у процесі професійної освіти, акцентуючи увагу на тому, що студенти, які активно інтегрують свої знання у практичну діяльність, демонструють більш стійку та цілісну професійну ідентичність. Савченко (2019) підкреслює роль мотиваційного та ціннісного компонентів, вказуючи на те, що внутрішня зацікавленість у педагогічній діяльності безпосередньо впливає на ефективність засвоєння знань та розвиток професійних навичок.

Карпов (2021) розкриває важливість рефлексивних практик у професійній підготовці педагогів, відзначаючи, що здатність до самоаналізу та критичної оцінки власної діяльності є ключовим чинником формування високого рівня професійної компетентності. Незважаючи на наявність значного обсягу наукових праць, залишається низка «білих плям», пов'язаних із конкретними механізмами інтеграції когнітивних, мотиваційних, діяльнісних та рефлексивних компонентів у систему підготовки майбутніх учителів.

Мета роботи

Метою даного дослідження є комплексна систематизація наукових підходів до визначення професійної ідентичності та виокремлення основних факторів, що забезпечують її формування у студентів педагогічних спеціальностей. Дослідження прагне заповнити прогалини у сучасній педагогічній науці щодо інтеграції теоретичних та практичних аспектів формування професійної ідентичності та визначити пріоритетні напрями освітньої діяльності для ефективного розвитку цього феномену.

Виклад основного матеріалу

Професійна ідентичність у педагогічному контексті розглядається як системний конструкт, що включає кілька взаємопов'язаних компонентів:

1. Когнітивний компонент – відображає знання студента про педагогічну професію, усвідомлення її функцій, ролі в освітньому процесі та суспільстві загалом. На цьому рівні формуються уявлення про педагогічні підходи, методи та стратегії навчання, що закладає основу для практичної діяльності та подальшого професійного розвитку.

2. Ціннісно-мотиваційний компонент – характеризує внутрішню мотивацію та систему цінностей майбутнього педагога. Він визначає прагнення до самореалізації у професії, гуманістичні переконання, орієнтацію на розвиток учнів та формування етичних норм педагогічної діяльності. Дослідження показують, що студенти з високим рівнем професійної мотивації демонструють активнішу участь у практичних заняттях, педагогічних практиках та наукових проектах.

3. Діяльнісний компонент – включає практичну реалізацію знань і компетенцій у педагогічній діяльності. Він забезпечує ефективне застосування методів навчання, організацію освітнього процесу, управління класом та реалізацію інноваційних підходів до навчання. Діяльнісний компонент є критерієм інтеграції теоретичних знань із практичними навичками.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

4. Рефлексивний компонент – відповідає за здатність до самооцінки, самоконтролю та планування професійного розвитку. Студенти, які активно практикують рефлексію, більш свідомо підходять до вирішення педагогічних завдань, оцінюють ефективність власних дій та корегують їх у відповідності до педагогічних стандартів.

Комплексний розвиток усіх цих компонентів створює умови для формування цілісної професійної ідентичності, яка є основою ефективної, адаптивної та творчої педагогічної діяльності. Важливим аспектом є інтеграція особистісного розвитку та професійних компетенцій, що забезпечує не лише професійну готовність, а й психологічну стійкість педагога у навчальному середовищі [3, с. 47].

Висновки та пропозиції Формування професійної ідентичності у майбутніх педагогів є багатокомпонентним процесом, який потребує системного підходу та інтеграції теоретичних знань, практичних навичок, ціннісно-мотиваційної готовності та рефлексивних здібностей. Ефективна педагогічна підготовка передбачає створення програм, що поєднують практичні тренінги, педагогічні практики, наукові дослідження та рефлексивні вправи.

Подальші наукові дослідження мають бути спрямовані на розробку інтегрованих моделей формування професійної ідентичності, виявлення специфічних факторів, що впливають на її розвиток, а також оцінювання ефективності різних освітніх стратегій у контексті сучасної педагогічної освіти.

Список використаних джерел:

[1] Карпов, П. (2021). Рефлексивні практики у професійній підготовці педагогів. *Науковий вісник,* (30), 33–41.
[2] Кухаренко, О. (2020). Професійна ідентичність майбутнього вчителя: теорія та практика. *Педагогічні науки,* (45), 12–20.
[3] Савиченко, І. (2019). Формування педагогічної ідентичності у студентів. *Освітологія,* (12), 45–53.

THE CONCEPT OF "PROFESSIONAL IDENTITY" IN THE CONTEXT OF PEDAGOGICAL SCIENCE

Yavon Andrii Pavlovych
Student
Communal Institution "Kharkiv Humanitarian-Pedagogical Academy" of Kharkiv Regional Council, Ukraine

Summary. *The concept of professional identity in the context of pedagogical science has been investigated. Theoretical approaches to defining the structure of professional identity of future teachers have been examined, highlighting the main components: cognitive, value-motivational, activity-based, and reflexive. It has been established that the formation of professional identity is a complex process that involves the interaction of knowledge, personal values, practical activity, and reflection. Contemporary scientific studies on the problem have been analyzed, and directions for further development of methods for forming professional identity in the educational process have been determined. The significance of professional identity for effective pedagogical activity and personal development of students in pedagogical specialties has been emphasized..*
Keywords: *professional identity; pedagogical training; competency formation.*

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License 2025

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.080

CHALLENGES AND PROSPECTS OF IMPLEMENTING THE HUMANISTIC EDUCATIONAL MODEL IN UKRAINE DURING WARTIME CONDITIONS

Oksana Stepanechko
Ph.D. in Pedagogy, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Foreign Languages
for Mathematical Faculties
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine

The core principles of the humanistic educational model that Ukraine has chosen – anthropocentricity, the principle of activity as genesoprinciple (learning through maximal cognitive activity), professional orientation of knowledge, dominance of practical over theoretical skills, reliance on abilities in a student's intellectual development, and ensuring the educational function of learning – are on its way to be implemented. However, several academic disciplines still demonstrate a disproportionate emphasis on theoretical content, with limited opportunities for the development of practical skills.

With the outbreak of war, the situation with education was complicated by new challenges: migration, loss of family and friends, loss of housing, sirens, massive rocket attacks, and blackouts, all of which simply made it impossible to create favorable conditions for quality and systematic education. The challenges facing higher education in wartime are primarily related to the daily threat to the lives and health of students and staff, large-scale destruction and damage to infrastructure, forced relocation of institutions, and the exacerbation of the problem of ensuring equal access to quality higher education [3, p. 2]. These factors have undermined the ability to provide stable and high-quality education. Beyond infrastructural damage, students face reduced motivation, emotional exhaustion, heightened anxiety, and frequent absenteeism. At the same time, individual cases of students returning to Ukraine with a strong determination to pursue education demonstrate resilience and provide grounds for optimism.

During the war, we suggest that our students are roughly divided into two groups: those who attempt to divert their attention from current events and negative news by devoting all of their time to their studies and even enrolling in additional online courses in their field of study; and those, who are distracted by the events in the country, exhausted and demotivated to study. Therefore, inspired by the first group, we, as educators, must also find the strength and resources to develop and improve our professional skills by participating in trainings, seminars, workshops,

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

and international programs. When it comes to the second group, a personalized approach is more important than ever. We strive to reduce their workload, involve them in interactive projects, and allow them to submit the material later. We as educators are searching for new forms and assessment techniques because cheating is an additional issue that is especially acute during asynchronous learning when students have numerous options to "find" the answers. And suggested by the Ministry of Science and Education of Ukraine hybrid format of education [1] was a solution for alternative evaluation approaches.

Therefore, despite all the challenges of today, as O. Ivanova claims, the task of English teachers at any university in Ukraine will be as follows: to conduct the educational process following European language proficiency standards and taking into account international practices in language education at universities [2, p.6].

The employability of graduates remains an urgent issue, as many sectors of the labor market cannot absorb specialists in line with their training. The notable exception is the IT and computing fields, where Ukrainian professionals remain in high demand internationally.

We, as educators who have taken on the responsibility to teach and bring up our smart, courageous, and patriotic youth, must find new ways and adapt to the circumstances. It is undoubtedly important to reduce the negative effects of the war on students' education, and efforts are needed to ensure security and sustainability in the educational system, as well as to provide access to resources and support.

Feedback from students at the end of the academic year indicates the importance of cultivating constructive professional relationships, balancing mentorship with mutual trust. Educators are therefore encouraged to remain open to innovation, utilize digital tools effectively, and engage in international collaborative projects with partner institutions.

To conclude, we can state that in wartime conditions, Ukrainian education faces both unprecedented obstacles and unique opportunities. The resilience of students, coupled with the adaptability of educators, forms the foundation for sustaining the humanistic model of education. To safeguard the intellectual and professional potential of Ukrainian youth, the system requires ongoing adaptation, increased international cooperation, and consistent financial and institutional support.

References:

[1] Винницький М., Шаров О. (2024) Вища освіта України в умовах воєнного стану та широкомасштабної війни, післявоєнного відновлення: виклики та перспективи. URL: https://erasmusplus.org.ua/wp-content/uploads/2024/11/1_vynnyczkyj-sharov-bolonska-konferencziya-2024-11-07.pdf

[2] Іванова О. (2015). Англомовна особистість в умовах Євроінтеграції України. *Актуальні проблеми педагогіки, психології та професійної освіти, 1, 3-7.*

[3] Кремень, В., Луговий, В., Саух, П. (2023). ВИЩА ОСВІТА УКРАЇНИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ ТА ПІСЛЯВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ: ВИКЛИКИ І ВІДПОВІДІ: За матеріалами загальних зборів Національної академії педагогічних наук України, 17 листопада, 2023 р. *Вісник Національної академії педагогічних наук України*, *5*(2), 1-5. https://doi.org/10.37472/v.naes.2023.5228

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ГУМАНІСТИЧНОЇ МОДЕЛІ ОСВІТИ В УКРАЇНІ В УМОВАХ ВІЙНИ

Оксана Степанечко
кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри іноземних мов математичних факультетів
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Україна

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ABSTRACT

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.081

PEDAGOGICAL SKILLS AND HABITS IN THE TEACHING PROFESSION

Khudiyeva Farida Tofig
PhD in Pedagogy, Associate Professor
Azerbaijan State Pedagogical University, Azerbaijan

Today, the fundamental restructuring of education in independent Azerbaijan, the successful implementation of the tasks set by the reforms in education, largely depend on the teacher's scientific-pedagogical, methodological, psychological preparation, active and creative attitude to his profession, pedagogical mastery, competence and professionalism.

The development of society, the rise of people's well-being, education, upbringing, cultural behavior, wise activity, and good behavior depend in many respects on the teacher's pedagogical activity and his selfless labor. Teaching is the most honorable and respected profession in society. Through teachers, people gain science and knowledge, are directed to conscious activity, develop comprehensively, are formed and socialized. Thanks to the selfless labor of teachers, the growing generation is educated, develops, understands the world, correctly evaluates the events taking place around it, and takes an active position in life.

A teacher is an active intellectual who steps ahead of the progress and new state-building in our society and arms, educates, and develops the growing generation with the latest knowledge.

A teacher's work is honorable and valuable because it renews a person's self, shapes his consciousness, and prepares him for a great life. Regardless of his profession in life, whether he is a worker or a scientist, an engineer or a driver, everyone receives their first knowledge, literacy, and reading and writing from a teacher, and they do not forget their first teacher, they always remember them with gratitude.

If we compare society to a building, a teacher is the greatest master and builder of this building. The stones placed in this building first pass through the hands of the teacher and receive their final shape from him before being placed on the wall. If we want to build a strong, solid building, we must have good masters. If we want to have a good generation in society, we must raise good teachers. A teacher who, above all, has high spirituality, noble moral qualities, loves his homeland and nation with deep love, uses his knowledge for the advancement of his people, the strengthening of his country, and the benefit of society.

A teacher creates a living bond, connections between the past and the future. A teacher learns from the past, values the present, sees the future and connects them with each other, teaches the young generation the most necessary, modern knowledge of the time, acquaints them with the problems of the present, and prepares them for the future.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

A teacher's work has its own unique characteristics. Thus, if a poet sees the result of his labor in his works, an artist in his beautiful paintings, an architect in the beautiful, beautiful buildings he erects, a doctor in the people he heals and brings back to life, an engineer in the various machines he creates, a worker in the tools he makes, a peasant in the grain fields he cultivates, and statesmen in the successful policies they pursue - this is, first of all, the honorable work of a teacher.

The work of a teacher is the result of the work of those who have trained themselves in this profession, and the quality of their products can be measured as a result of the work of a teacher. In this respect, a teacher is the mother of all professions. He feels honor, pride and honor in his profession and work, and is always remembered.

A teacher is, first of all, a logical and creative thinker, independent-minded, competitive, respected person, valuable intellectual and specialist who protects national-moral, universal values, spreads science and knowledge, performs educational activities everywhere, has a broad worldview, acquires scientific-theoretical knowledge, practical skills, and is a defender of the homeland, a defender of the nation, and a worthy citizen of society.

A teacher trains future family heads, defenders of the homeland, and worthy citizens of society. He is a highly prepared, competent, broad-minded, comprehensively informed, deeply knowledgeable and intelligent, spiritually sound, pure, noble, highly cultured, humane and selfless intellectual who is committed to ensuring the prosperous, happy life and rapid development of society.

Today, the Azerbaijani teacher has one task: to raise a generation capable of turning our independent Azerbaijan into a flourishing, developing, prosperous, and powerful country, faithful to the ideals of independence, ready to sacrifice themselves for the freedom of the Motherland, capable of understanding a new way of thinking and responding to the modern demands of society, with sound convictions, a national spirit, high morality, and patriotism.

References:

[1] Huseynzade R.L. The use of situations, methods, advice, and admonitions in the pedagogical process. Baku: Teacher Publishing House, 2022, 532 p.
[2] Huseynzadeh R.L. Education management. Baku: ADPU, 2025, 191 p.
[3] Mammadov.F. Management culture. Textbook. Baku, 2013. 672 p.
[4] Mammadzadeh. R.H. Management culture. Baku: Muallem, 2001, 198 p.
[5] Mardanov M.S. Azerbaijani education yesterday, today, tomorrow. Baku, 2006, 401 p.
[6] Nazarov M.H. Sharifov T. The spiritual world of culture and personality. Baku: Mutarcim, 2004, 106 p.

ПЕДАГОГІЧНІ НАВИЧКИ ТА ЗВИЧКИ У ПРОФЕСІЇ ВЧИТЕЛЯ

Худієва Фаріда Тофік
Доктор педагогічних наук, доцент
Азербайджанський державний педагогічний університет, Азербайджан

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ABSTRACT

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.082

НАВЧАЛЬНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ARDUINO ПРИ ВИВЧЕННІ ГАРМОНІЧНИХ КОЛИВАНЬ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ФІЗИКИ

Азін Дмитро Олексійович
магістрант кафедри загальної фізики і математики
Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка, Україна

Хорольський Олексій Вікторович
кандидат фізико-математичних наук, доцент,
доцент кафедри загальної фізики і математики
Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка, Україна

Сучасна система шкільної освіти перебуває у фазі трансформації, що передбачає впровадження інноваційних педагогічних підходів та орієнтацію на компетентнісне навчання. Одним із важливих напрямів цієї трансформації є інтеграція принципів STEM-освіти, яка забезпечує міжпредметну взаємодію, розвиток дослідницьких умінь та формування критичного мислення в учнів [1].

У контексті навчання фізики інтеграція STEM-елементів дозволяє перейти від суто теоретичного викладу матеріалу до активного експериментування й практичного застосування знань. Упровадження STEM-підходу в освітній процес забезпечує формування науково-практичних і соціально-комунікаційних компетенцій згідно вимог сучасного ринку праці [2]. Особливості впровадження освітніх технологій на основі STEM-підходу розглянуто в роботах С. Баумера, Х. Джанга, С. Думареска, А. Карневала, І. Каніаваті, П. Корбела, М. Мелтона, Б. Седжаті, Г. Сікманна, М. Сонга, Х. Фірмана та інших.

Одним із методично і математично складних розділів шкільного курсу фізики є «Гармонічні коливання та хвилі». Тому впровадження підходів, які б поглибили засвоєння навчального матеріалу, є важливим завданням методики навчання фізики. Використання мікроконтролерів Arduino як доступних і функціональних інструментів дає змогу створювати інтерактивні моделі, що візуалізують гармонічні коливання та хвильові процеси.

Обговорюється можливість моделювання фігур Ліссажу – геометричних структур, що виникають внаслідок накладання двох перпендикулярних гармонічних коливань – за допомогою конструкції на основі інтегрованого середовища розробки «Arduino IDE» (далі – платформа Arduino). Такий підхід має

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

значний навчальний потенціал, оскільки поєднує візуалізацію фізичного змісту явищ з практичною діяльністю учнів, розвиває технічну та дослідницьку грамотність, а також сприяє реалізації проєктних форм роботи в класі.

Мета і завдання роботи. Метою роботи є розгляд навчального потенціалу впровадження платформи Arduino у лабораторні роботи шкільного курсу фізики. Завданнями роботи є створення, апробація та методичний аналіз навчальної моделі на базі платформи Arduino для демонстрації фігур Ліссажу, адаптованої для використання у шкільному курсі фізики на базовому та профільному рівні.

Реалізація моделі на базі платформи Arduino. Розробка навчальної моделі для демонстрації фігур Ліссажу здійснювалася на базі мікроконтролера Arduino Uno R3. Принцип дії моделі базується на створенні двох синусоїдальних сигналів, які приводять у дію відповідні звукові модулі. Дзеркальця, прикріплені до мембран, коливаються під впливом сигналів. Лазерний промінь, спрямований на перше дзеркальце, послідовно відбивається від обох поверхонь і проектується на екран. У результаті накладання двох гармонічних взаємно перпендикулярних коливань формується відповідна фігура Ліссажу. Зміни частоти і фази сигналів дають змогу отримати широкий спектр кривих, демонструючи залежність геометрії фігури від параметрів коливань у режимі реального часу.

Методичний аналіз. Моделювання фігур Ліссажу має широкий дидактичний потенціал у шкільному курсі фізики під час вивчення тем, пов'язаних із гармонічними коливаннями та хвильовими процесами. Її використання дозволяє перейти від абстрактного викладу матеріалу до наочної візуалізації, що ґрунтується на взаємодії фізичних, інженерних і програмних елементів.

Завдяки можливості варіювання частот та фазових зсувів, учні можуть самостійно досліджувати залежність форми фігур Ліссажу від параметрів гармонічних коливань. Це відкриває простір для формування дослідницьких умінь, аналітичного мислення, а також розуміння фундаментальних понять синусоїдальних процесів і резонансу. Особливо ефективною є реалізація через лазерну візуалізацію, що створює сильний емоційно-візуальний ефект і сприяє кращому засвоєнню матеріалу [2, 3].

Разом з тим, така модель органічно вписується в логіку STEM-орієнтованого навчання: вона охоплює елементи фізики (коливання, хвилі), технологій (електроніка, модулі), інженерії (побудова моделі, кріплення компонентів), та математики (аналіз функцій, співвідношення частот). Робота з платформою Arduino не тільки підвищує мотивацію до вивчення фізики, але й розвиває навички проєктної діяльності, командної взаємодії та технічного конструювання, що відповідає сучасним вимогам до підготовки компетентного учня Нової української школи [3].

Висновки. Моделювання фігур Ліссажу з використанням мікроконтролера Arduino є ефективним засобом візуалізації коливальних процесів у шкільному курсі фізики. Така модель поєднує фізичну суть явища з практичним досвідом учнів, забезпечує високий ступінь наочності та залученості, а також стимулює пізнавальний інтерес через взаємодію з сучасними технологіями.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Реалізація моделі дозволяє вчителю інтегрувати міжпредметні зв'язки, організовувати навчальні експерименти, застосовувати проєктні форми роботи та формувати навички програмування й технічного конструювання. Крім того, система на базі Arduino слугує гнучкою платформою для розширення: подальший розвиток може включати підключення цифрових датчиків, комп'ютерний аналіз сигналів, використання мобільних додатків або розробку повноцінних навчальних модулів у межах STEM-курсів. Таким чином, описана модель має не лише демонстраційне, а й навчально-розвивальне значення та може бути рекомендована до впровадження у практику сучасної фізичної освіти.

Список використаних джерел:

[1] Hallström, J., Schönborn, K. J. (2019). Models and modelling for authentic STEM education: reinforcing the argument. *International Journal of STEM Education*, 6, 22. https://doi.org/10.1186/s40594-019-0178-z

[2] Сальник, І. В., Соменко, Д. В., Сірик, Е. П. (2023). Використання платформи Arduino у підготовці вчителів фізики до STEM орієнтованого навчання. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 95(3), 124-142. https://doi.org/10.33407/itlt.v95i3.5155

[3] Азін, Д. О., Хорольський, О. В. (2024, 10-11 грудня). *Використання платформи Arduino для лабораторних робіт з фізики*. VI Всеукраїнська науково-практична конференція «Особистісно орієнтоване навчання математики: сьогодення і перспективи», м. Полтава, Україна. ПНПУ імені В. Г. Короленка. http://dspace.pnpu.edu.ua/handle/123456789/26138

EDUCATIONAL POTENTIAL OF ARDUINO IN STUDYING HARMONIC OSCILLATIONS IN THE SCHOOL COURSE OF PHYSICS

Dmytro Azin
Master's student of the Department of General Physics and Mathematics
Poltava V. G. Korolenko National Pedagogical University, Ukraine
Oleksii Khorolskyi
Ph.D. in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of General Physics and Mathematics
Poltava V. G. Korolenko National Pedagogical University, Ukraine

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ARTICLE

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.083

ТОКСИЧНИЙ ВПЛИВ НАДМІРНИХ ДОЗ ВІТАМІНІВ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

НАУКОВО-ДОСЛІДНА ГРУПА:

Покотило Валерій Валерійович
Здобувач освіти 4 курсу фармацевтичного факультету
Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, Україна

Федевич Юрій Миронович
канд. біол. наук, доцент
Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, Україна

Фартушок Тетяна Володимирівна
канд. мед. наук, доцент
Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, Україна

Фартушок Надія Володимирівна
канд. хім. наук, доцент
Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, Україна

Анотація. *Вітаміни — низькомолекулярні органічні сполуки, необхідні для нормального перебігу біохімічних процесів в організмі. Відомо про незамінну роль вітамінів в метаболічних процесах людського організму (виступають коферментами, антиоксидантами), проте у ході численних експериментальних досліджень було встановлено про побічні дії при передозуваннях. Надмірні кількості вітаміну порушують хід метаболічних реакцій, середовище клітини та нормальний вміст деяких речовин, електролітів. Проблема є доволі поширеною, оскільки вітаміни можна легко придбати не тільки у аптеці, а навіть у супермаркеті. Всі ці обставини створюють сприятливі умови для передозування особливо в дітей.*

Ключові слова*: вітаміни, передозування, нейротоксичність, тератогенність, периферична нейропатія, гіперкальціємія, рак.*

Методи дослідження. Для написання наукової статті використано аналіз літературних джерел за досліджуваною науковою проблемою із застосуванням пошукової системи Pub Med.

Результати дослідження та їх обговорення. Вітаміни можуть надходити в організм людини з продуктами харчування або у вигляді різних дієтичних

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

добавок, які належать до так званих OTC drugs, тобто лікарських препаратів, які можна придбати без рецепта лікаря, що робить їх легкодоступними для пацієнтів. Нераціональне споживання вітамінних добавок може призвести до передозування. Особливо небезпечне тривале отримання доз, вищих за норму. Було проведено велику кількість досліджень на тваринах, культурах клітин та людях, які підтверджують патологічні зміни при перевищенні норми вітамінів.

Типовим прикладом токсичного впливу високих доз вітамінів можна розглянути щодо нейротоксичності. Єдині добре встановлені ефекти нейротоксичності у людей — такі, що пов'язані з гіпервітамінозом А та гіпервітамінозом B_6. У кожному випадку, неврологічні ефекти недостатності вітаміну та його передозування схожі [2].

Не дивлячись на те, що вітамін А та його похідні, — ретиноїди, необхідні як для розвитку, так і для підтримання активності ЦНС, є свідчення, які показують, що концентрації вітаміну А, вищі за ті, що необхідні для нормального функціонування клітин можуть викликати згубні ефекти, такі як порушення "редокс-середовища", мітохондріальних дисфункцій та апоптозу [1]. Гіпервітамінозом вважають стан, за якого концентрація ретинолу в плазмі є вища за 2,09 мкмоль/л. Хронічна токсичність може з'являтися після тривалого прийому 10 мг/день вітаміну А в дорослих (7,5-15 мг/день, у дітей) [18].

Одна з форм вітаміну — ретинол, може змінювати "редокс-середовище" в катехоламін продукуючих клітинах, що, ймовірно, призведе до втрати життєздатності клітини в майбутньому (механізм такого впливу пов'язують з прооксидантною природою ретинолу). Ретиноєва кислота здатна індукувати оксидативний стрес на деяких культурах клітин [1].

Було продемонстровано, що споживання вітаміну А у дозі 500-2500 МО/кг, добу сприяло мітохондріальній дисфункції та зростанню бета-амілоїдного білка та TNF-α в чорній субстанції та стріатумі у дорослих мишей. Мітохондріальні порушення включали пригнічення комплексу I-III, комплексу II, СОД та комплексу IV, що може не тільки сприяти зниженням рівня АТФ, але й "викачуванню" електронів з цієї системи, ініціювати утворення супероксиданіонів [10]. Підвищена інтенсивність пероксидного окиснення ліпідів, карбонілування білків та окиснення їх тіольних груп були відмічені в чорній субстанції, гіпоталамусі, фронтальній корі та стріатумі мишей, які отримували високі дози вітаміну А [16].

Споживання доз 1000-9000 МО/кг на день спричинило оксидативний стрес та порушення функцій мітохондрій у корі мозку та мозочку. Вживання такої ж дози ретинолу пальмітату впродовж 28 днів призвело до зниження вмісту мозкового нейротрофічного фактору (BDNF) у гіпокампі мишей (роль цього фактору полягає у підтриманні синаптичної пластичності та розвитку нейронів) [1].

Важливо відмітити, що споживання великих доз ретинолу також спричинило підвищення активності ферменту глутатіон-5-трансферази (GST) в декількох ділянках мозку мишей. GST зв'язує відновлений глутатіон з неполярними ксенобіотиками, сприяючи підвищенню їх розчинності та легшому виведенню з організму. Однак, підвищена активність цього ферменту

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

тягне за собою необхідність більшої кількості відновленого глутатіону — одного з найважливіших компонентів антиоксидантної системи клітини [16]. Таким чином, вітамін А порушує нейрональний редокс статус не лише збільшенням кількість, O^{2-}, але й стимулює використання відновленого глутатіону, що послаблює антиоксидантну систему [10].

Ще один небезпечний прояв токсичності вітаміну А — його тератогенна дія, тобто здатність викликати аномалії плода. Досліди на тваринах показують, що натуральні форми вітаміну А є тератогенними. Синтетичні ретиноїди, що є хімічно близькими до вітаміну А викликають дефекти у новонароджених дітей; як і у тварин, дефекти пов'язані з тканинами, похідними від краніального нервового гребеня [8].

У період між жовтнем 1984 та червнем 1987 обстежено приблизно 23 тис. вагітних жінок, коли вони проходили скринінг (вимірювання сироваткового альфа-фетопротеїну, амніоцентез). Було отримано інформацію щодо харчування, застосування лікарських засобів та захворювань впродовж першого триместру вагітності. Із 23 тис. жінок 339 народили дітей з вродженими аномаліями; 121 з них мали аномалії тканин, похідних від краніального нервового гребеня (neural crest) – це унікальна структура, що виникає на ранніх стадіях ембріонального розвитку хребетних тварин. Вона є тимчасовим утворенням, що з'являється між ектодермою та нервовою трубкою. З клітин краніального нервового гребеня утворюються різноманітні клітини та тканини, зокрема, нервові клітини периферичної нервової системи, пігментні клітини, клітини кісток та хрящів обличчя, а також клітини деяких ендокринних залоз.

Клітини краніального нервового гребеня походять з ектодерми, зовнішнього шару зародка, і мігрують по тілу зародка, диференціюючись у різні типи клітин.

Міграція клітин краніального нервового гребеня є складним і добре скоординованим процесом. Клітини рухаються по чітко визначених шляхах і вступають у взаємодію з іншими клітинами та тканинами для формування певних структур.

Клітини краніального нервового гребеня відіграють ключову роль у розвитку обличчя, черепа, зубів, нервової системи (периферичної) та інших органів.

Порушення у формуванні та міграції клітин краніального нервового гребеня можуть призводити до різноманітних вроджених вад, таких як синдром Франческетті, синдром Ваарденбурга та інші. Клітини краніального нервового гребеня, зокрема стовбурові клітини - похідні нервового гребеня (СК-ПНГ), є об'єктом активних досліджень у сфері регенеративної медицини, оскільки вони мають потенціал для відновлення пошкоджених тканин. Підвищена частота дефектів була зосереджена серед немовлят, народжених у жінок, які споживали високі дози вітаміну А перед 7 тижнем вагітності [8].

Серед дітей, народжених від жінок, які приймали більше, ніж 10,0 ОД/день вітаміну А у вигляді добавок, за підрахунками одна народжена дитина з 57 мала вроджену ваду, пов'язану з добавками [8]. Проте ні тератогенна дія, ні загальні прояви токсичності вітаміну А не були помічені в багатьох видів, що піддавалися високим дозам бета-каротину [9]. Деякі автори зазначають, що

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

бета-каротин є менш токсичним, ніж вітамін А [7]. Вивчення тератогенної дії на щурах та кроликах показало відсутність ембріотоксичності. Не спостерігалося ніяких ознак порушення репродуктивної функції у тварин, які приймали *per os* дози до 1000 мг/кг/день.

Хронічна токсичність вивчалася протягом двох років при дослідженні на собаках (токсичність/туморогенез), на мишах та щурах (карциногенез). Гістологічні виявлення у печінці дослідних собак і мишей, але не щурів включали вакуольовані клітини з ексцентричними ядрами. Не було ознак, що вакуолізація була дозозалежною. Вважали, що вакуолізовані клітини були жирозапасаючими [11]. Проте причину меншої токсичності так і не встановлено.

Загалом, не дивлячись на те, що вітамін А є необхідним мікронутрієнтом для нормального розвитку та функціонування мозку, необхідно обережно застосовувати при його вживанні особами без будь-яких ознак недостатності і/або з нейродегенеративними захворюваннями в анамнезі оскільки ЦНС є доступною для токсичної дії ретиноїдів. Використання вітаміну А для лікування деяких видів раку або дерматологічних патологій пов'язане з його здатністю викликати руйнування клітин або сповільнювати клітинний цикл. Проте це може мати негативні наслідки, якщо таке лікування буде призначено людині з нейродегенеративними порушеннями. Однак, повністю механізми токсичності на даний час не встановлені, необхідна більша кількість досліджень, які б змогли продемонструвати, як саме вітамін А та його похідні впливають на функцію нейронів і клітини нейроглії [1].

Вітамін B_6 — водорозчинний вітамін, який присутній у багатьох продуктах харчування, а також доступний у вигляді різноманітних добавок. Його активні форми — піридоксин, піридоксамін та піридоксальфосфат [5]. Наведені вітамери виступають коферментами у багатьох реакціях метаболізму амінокислот, вуглеводів та ліпідів [6]. Надмірне вживання вітаміну B_6 описано як фактор ризику виникнення периферичної нейропатії (PN). Токсичність проявляється переважно у вигляді парестезій у кінцівках та, у важких випадках — труднощів з пересуванням. Така сенсорна нейропатія розвивається при дозах піридоксину вищих за 1000 мг/день (наявні повідомлення про деякі випадки сенсорної нейропатії у пацієнтів, що приймали менше 500 мг/день впродовж місяців) [19].

У 2014 році появилися повідомлення про більше, ніж 50 випадків болю по ходу нервових волокон або цілих стовбурів, пов'язаного з прийомом вітаміну B_6 [6]. Цікаво, що такі ж симптоми спостерігаються і при дефіциті вітаміну [3]. Однак є повідомлення і про помірну моторну нейропатію, що супроводжувалася значною сенсорною; при прийомі великих доз вітаміну тривалий час — 10 г щодня протягом 5 років [20].

В одному з досліджень проводилося вивчення факторів ризику PN у 32 пацієнтів, протягом 18 місяців, які щоденно споживали 200 мг (вища добова доза встановлена FDA (англ. Food and Drug Administration)— 100 мг) вітаміну.

У 16 людей було виявлено ураження периферичної нервової системи. Одним із досліджень було показано, що вживання вітаміну в дозі 200 мг/день зумовлює у 2,8 разів вищий ризик виникнення PN, порівняно з дозою 150 мг/добу [5].

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

У дослідженні, що проводилося на колонії клітин SHSY5Y, було встановлено, що саме піридоксин (а не інша форма вітаміну B_6) зумовлює токсичність. Ряд вчених висунули припущення, що підвищенні концентрації піридоксину можуть парадоксально призводити до гіповітамінозу B_6 внаслідок повного інгібування піридоксаль-5-фосфату [3]. Піридоксин конкурентно блокує піридоксаль-5-фосфатзалежні ензими, зокрема, тирозиндекарбоксилазу та аланінамінотрансаміназу на 65 % та 40 % відповідно [3]. Тобто навіть при наявності надвисоких концентрацій вітаміну B_6, в організмі спостерігається функціональна його недостатність. Цим і пояснюється схожість симптомів дефіциту та передозування вітаміном.

Зменшення утворення піридоксаль-5-фосфату ферментом піридоксалькіназою призводить до дегенерації аксонів. Причина цього не доведена; однак є підстава вважати, що це може бути пов'язане з ГАМК-нейропередачею. Сполуки, що інгібують PDXK (піридоксалькіназа) призводять до зменшеного утворення ГАМК та припадків [3]. У процесі дослідження на личинках рибок-Даніо було встановлено, що токсична дія піридоксину зростала при додаванні епілептогенних речовин (гінкготоксин, кофеїн). На основі цього дослідження є підстави вважати, що токсичність піридоксину може бути пов'язана і з порушенням ГАМК-ергічної системи через блокування PDXK [3].

Вітамін B_{12} — даний вітамін у тканинах служить попередником важливих коферментів — метилкобаламіну та дезоксіаденозилкобаламіну. Метилкобаламін бере участь у синтезу метіоніну з гомоцистеїну, що свідчить про його значну роль у синтезі азотистих основ та нуклеїнових кислот. Він є необхідним для нормального поділу клітин. Вітамін B_{12} проявляє високу біологічну активність: слугує фактором росту, забезпечує кровотворну функцію (особливо еритропоез), сприяє нормалізації функцій печінки, активує систему згортання крові, впливає на регенерацію нервових волокон. У той же час значна біохімічна активність може слугувати причиною серйозних побічний дій. Особливо дослідників цікавить його роль у ризику розвитку онкологічних процесів.

Проведені дослідження показали позитивну кореляцію між підвищеними рівнями B_{12} та виникненням раку підшлункової залози і печінки, а також певних гематологічних неоплазій, зокрема віднесених до мієлоїдного ряду. Навпаки стійкий негативний зв'язок спостерігався при раку молочної залози [22]. Безпосередньо виміряний циркулюючий B_{12} був позитивно асоційований з ризиком раку легень. Позитивна кореляція спостерігалася і при аденокарциномі легень [23]. Високі концентрації вітаміну B_{12} асоціювалися з раком печінки, де відбувається його депонування та метаболізм [21]. В іншому дослідженні показано, що пацієнти з раком органів ротової порожнини мали підвищений рівень B_{12} у крові [25].

Концентрації вітаміну B_{12}, що досягали 400-600 пмоль/л були асоційовані з підвищеним ризиком смертності при серцево-судинних захворюваннях та онкології [24]. Відмічалося підвищення ризику смертності при підвищених кількостях вітаміну в пацієнтів з колоректальним раком (особливо у тих, що споживають багато білків та вуглеводів) [27]. Цікаво відмітити, що в одному з досліджень було продемонстровано, що сироватковий B_{12} був значно більший

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

у пацієнтів з онкологічним процесом пізніх стадій, порівняно з пацієнтами, що перебували на ранній стадії онкології [26].

Підвищене споживання ціанокобаламіну ймовірно не могло пояснити високий вміст B_{12} у плазмі пацієнтів, хворих на онкологічні патології. У цілому генетично-детерміновані високі концентрації B_{12} були асоційовані з раком. Прямий зв'язок цілком можливий, проте досі не доведений [21].

Вітамін D є прогормоном і відіграє важливу роль в підтриманні нормальної концентрації кальцію в крові, важливий для адекватної мінералізації кісток. Механізм його дії пов'язаний із взаємодією з ядерними рецепторами (VDR), що регулюють транскрипцію таргетних генів у значній кількості клітин-мішеней, які пов'язані з гомеостазом кальцію та диференціацією клітин [12]. Однак неправильне його застосування може призвести до появи токсичних ефектів.

Гіперкальціємія є причиною симптомів, що виникають при гіпервітамінозі [12]. Через свій широкий терапевтичнй індекс (TI) — відношення максимальної дози лікарського засобу, яка не проявляє токсичність, до дози, що дає потрібний ефект, токсичні впливи спостерігаються вкрай рідко, проте все ж можуть бути виявлені при вживанні надмірно великих доз. Були розглянуті випадки, коли добове вживання становило від 50,000 МО/день, що зумовило гіперкальціємію (11,1—23,08 мг/дл), вміст сироваткового 25(OH)D становив більше 150 нг/мл. Клінічна картина цих випадків супроводжувалася нудотою, блюванням, слабкістю, поліурією, нефрокальцинозом та навіть нирковою недостатністю [15]. У дослідженнях на тваринах гіпервітаміноз D спричиняв поширену кальцифікацію судин [14].

Проаналізувавши результати багатьох експериментів на тваринах, встановлено, що гіперкальціємія спостерігається лише тоді, коли концентрація $25(OH)D_3$ постійно була на рівні 375-500 нмоль/л [4].

Для діагностики гіпервітамінозу D у клініці часто визначають саме $25(OH)D_3$, а не кальцітріол, це пов'язано з суттєвими діагностичними перевагами $25(OH)D_3$. По-перше, концентрація $25(OH)D_3$ у крові найвища серед інших метаболітів; по-друге, його рівень залишаються стабільними приблизно 2 тижні [12].

Проте у одному із проведених досліджень, у ході якого визначався рівень кальцитріолу в 11 пацієнтів, госпіталізованих з гіперкальціємією, загальний кальцитріол був у нормі, проте "вільний" був підвищений, що може вказувати на можливу роль "вільного" кальцитріолу в патогенезі токсичності вітаміну D [13].

У результаті проведених досліджень експериментів було висунуто три головні гіпотези щодо механізму токсичності вітаміну D. Вони включають підвищену концентрацію метаболітів вітаміну D, які здатні зв'язуватися зі спеціальними рецепторами (VDR) в ядрі клітин-мішеней, що викликає підвищення експресії генів. Проблема постає у встановленні, як саме рівень певного метаболіту зростає. Для вирішення цього питання було запропоновано наступні гіпотези:

- прийом вітаміну D спричинює підвищення концентрації $1\alpha\text{-}25(OH)_2D$ (кальцитріол) - найактивнішої форми вітаміну D, яка утворюється з 25(OH)D (кальцидіолу) під дією ферменту 25-гідроксивітамін D-1α-гідроксилази

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

(CYP27B1). Вона відіграє ключову роль у регуляції кальцієвого та фосфатного обміну в організмі, а також впливає на багато інших фізіологічних процесів.

1α,25(OH)$_2$D утворюється в основному в нирках, але може також синтезуватися позанирково, наприклад, у клітинах імунної системи. Цей метаболіт вітаміну D є потужним гормоном, що впливає на засвоєння кальцію в кишечнику, реабсорбцію кальцію та фосфатів у нирках, а також на мінералізацію кісток.

Рівень 1α,25(OH)$_2$D у крові регулюється паратгормоном, фактором росту фібробластів 23 (FGF23), кальцієм, фосфатами та самим 1α,25(OH)$_2$D.

Визначення 1α,25(OH)$_2$D може бути корисним при підозрі на порушення обміну вітаміну D, особливо при рідкісних захворюваннях, таких як рахіт, залежний від вітаміну D, або при деяких формах раку. Однак, зазвичай, для оцінки статусу вітаміну D вимірюють 25(OH)D, оскільки його рівень більш стабільно відображає запас вітаміну в організмі.

- прийом вітаміну D спричинює підвищення 25(OH)D в плазмі крові до значень "мкмоль/л", що перевищує здатність транспортного білка його зв'язувати і транспортувати;

- прийом вітаміну D зумовлює підвищення концентрації багатьох метаболітів вітаміну D, особливо власне вітаміну D та 25(OH)D. Ці концентрації перевищують здатність білка, що зв'язує вітамін D та його метаболіти, що призводить до вивільнення "вільного" 1α-25(OH)$_2$D, який надходить у клітини-мішені [4].

Сучасне розуміння компонентів сигнального шляху вітаміну D (DBP, активує CYPs, VDR, та CYP24) дозволяє будувати гіпотези в загальних рисах щодо того, як токсичність вітаміну D може бути зумовлена його гіпервітамінозом. Серед трьох гіпотез, наведених вище, найбільш ймовірними є ті, що включають підвищення загального 25(OH)D та вільного 1α-25(OH)$_2$D, проте досі залишаються не доведеними. Проте навіть при відсутності певних ознак, які б вказували, який саме метаболіт є причиною патологічних змін, достатня кількість досліджень на тваринах та окремих повідомлень щодо інтоксикації вітаміном D, показують, що сироватковий 25(OH)D$_3$ є добрим біомаркером токсичності, поріг токсичності становить ≈750 нмоль/л. Це значення означає, що концентрації 25(OH)D, наближені до цієї, що вважається верхньою межею нормального вмісту (250 нмоль/л) є безпечними та залишають імовірну складну інтерпретацію, оскільки значення, вищі за допустимі, ніколи не пов'язували з токсичністю [4].

Висновки. Отже, не дивлячись на те, що вітаміни є есенціальними складовими харчування людини, надмірні їх дози, зокрема вітамінів A, D та B$_6$, що були розглянуті у статті, можуть викликати патологічні зміни. Відтак, хронічне передозування вітамінів A та B$_6$ може загрожувати неврологічними порушеннями, такими як периферична нейропатія, підвищення внутрішньочерепного тиску, парестезії тощо. Патогенез цих порушень повністю не вивчений та вимагає подальшого дослідження.

Вітамін A — тератогенний фактор у надлишковій кількості. Механізм таких аномалій неясний, проте порушення розвитку доволі зустрічаються з високою частотою як у тварин, так і у людей. Активно вивчається вплив високих доз на

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

печінку, оскільки є повідомлення про випадки цирозу та гепатомегалії при тривалому вживанні ретиноїдів у значних кількостях. Важливо, що рослинна форма вітаміну А — бета-каротин, токсичності у жодній системі не виявила.

Вітамін B_{12} є важливим фактором росту, що стимулює синтез пуринових основ та нуклеїнових кислот. Його підвищені концентрації в плазмі часто пов'язують з можливим розвитком різних видів онкологічних захворювань, патобіохімія цього процесу активно вивчається. Вітамін D є активний регулятор кальцієвого гомеостазу та мінералізації кісток. Його метаболіти, маючи вплив на ядерні рецептори, у значних дозах спроможні викликати суттєву гіперкальціємію та пов'язані з нею симптоми: від блювання до нефрокальцинозу.

Проведені дослідження не закликають відмовлятися від харчових добавок з вітамінами, проте сучасне харчування людини повинно бути збалансованим, тому потреба у додаткових кількостях вітамінів, може бути не тільки не потрібною, а й іноді шкідливою. Препарати вітамінів необхідно приймати з обережністю та за попередньої консультації зі спеціалістом.

Список використаних джерел:

[1] Oliveira, MR. (2015). The neurotoxic effects of vitamin A and retinoids. *An Acad Bras Cienc,* (2 Suppl):1361-73. doi: 10.1590/0001-3765201520140677.
[2] Snodgrass, SR (1992). Vitamin neurotoxicity. *Mol Neurobiol* 6, 41–73. doi: 10.1007/BF02935566.
[3] Hadtstein, Felix, Vrolijk, Misha (2021). Vitamin B-6-Induced Neuropathy: Exploring the Mechanisms of Pyridoxine Toxicity. *Adv Nutr.* Oct 1;12(5): 1911-1929. doi: 10.1093/advances/nmab 033.
[4] Glenville, Jones. (2008). Pharmacokinetics of vitamin D toxicity. *Am J Clin Nutr,*88(2):582S-586S. doi: 10.1093/ajcn/88.2.582S.
[5] Raman, Muhamad, Akrivaki, Alexandra, Papagiannopoulou, Georgia, Zavridis, Periklis, Zis, Panagiotis (2023). The Role of Vitamin B6 in Peripheral Neuropathy: A Systematic Review. *Nutrients.* 21;15(13):2823. doi: 10.3390/nu15132823.
[6] Vrolijk, Misha F, Opperhuizen, Antoon, Jansen, Eugène H J M, Hageman, Geja J, Bast, Aalt, Guido R M M, Haenen (2017). The vitamin B_6 paradox: Supplementation with high concentrations of pyridoxine leads to decreased vitamin B_6 function. *Toxicol In Vitro,* 44:206-212. doi: 10.1016/j.tiv.2017.07.009.
[7] Hathcock, JN, Hattan, DG, Jenkins, MY, McDonald, JT, Sundaresan, PR, Wilkening VL. (1990). Evaluation of vitamin A toxicity. *Am J Clin Nutr,*52(2):183-202. doi: 10.1093/ajcn/52.2.183.
[8] Rothman, KJ, Moore,LL, Singer,MR, Nguyen,US, Mannino, S, Milunsky.(1995) Teratogenicity of high vitamin A intake N. *Engl J Med,*23;333(21):1369-73. doi: 10.1056/NEJM199511233332101.
[9] Miller, RK, Hendrickx, AG, Mills, JL, H Hummler, H, Wiegand, UW.(1998). Periconceptional vitamin A use: how much is teratogenic? *Reprod Toxicol,*12(1):75-88. doi:10.1016/s0890-6238(97)00102-0.
[10] Семенина, ГБ, Фартушок ТВ, Старикович, АВ, (2017). Вміст лептину у сироватці крові вагітних жінок з ожирінням у III триместрі вагітності. *Грааль науки*,1:449-453. https://doi.org/10.36074/grail-of-science.19.02.2021.095
[11] Фартушок, ТВ, Беседін, ВМ. (2005). Дослідження рівня гормонів фетоплацентарного комплексу у жінок з ризиком внутрішньоутробного інфікування. Вісник наукових досліджень, 2:42-44.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[12] Fartushok, TV, Semenyna, HB, Yurchyshyn, OM, Komissarova, OS. (2021). *Wiad Lek*,74(1):144-149. Doi:10.36740/WLek202101128.
[13] Пирогова, ВІ, Фартушок, ТВ, Нос, НП. (2001). Пероксидне окиснення ліпідів та антиоксидантна система захисту при невиношуванні вагітності. *Вісник наукових досліджень*, 1: 68-70. http://nbuv.gov.ua/UJRN/vndt_2001_1_31.
[14] Kenneth Lim, Ravi Thadhani (2020). Vitamin D Toxicity. *J Bras Nefrol,* 3;42(2):238-244. doi: 10.1590/2175-8239-JBN-2019-0192.
[15] Kornelia Galior , Stefan Grebe , Ravinder Singh. (2018). Development of Vitamin D Toxicity from Overcorrection of Vitamin D Deficiency: A Review of Case Reports. *Nutrients,* 24;10(8):953. doi: 10.3390/nu10080953.
[16] Marcos Roberto de Oliveira (2015). Vitamin A and Retinoids as Mitochondrial Toxicants. *Oxid Med Cell Longev,* 140267. doi: 10.1155/2015/140267.
[17] (2012). LiverTox: Clinical and Research Information on Drug-Induced Liver Injury Bethesda (MD): National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases. PMID: 31643176 Bookshelf ID: NBK547852.
[18] Alejandro Carazo, Kateřina Macáková, Kateřina Matoušová, Lenka Kujovská Krčmová, Michele Protti, Přemysl Mladěnka (2021). Vitamin A Update: Forms, Sources, Kinetics, Detection, Function, Deficiency, Therapeutic Use and Toxicity. *Nutrients,*18;13(5):1703. doi: 10.3390/nu13051703.
[19] Adam Hemminger, Brandon K. (2023). Wills Vitamin B6 Toxicity StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. . PMID: 32119387 Bookshelf ID: NBK554500.
[20] M Morra , H D Philipszoon, G D'Andrea, A R Cananzi, R L'Erario, F F Milone (1993). Sensory and motor neuropathy caused by excessive ingestion of vitamin B_6: a case report Funct. *Neurol*. 1993. Nov-Dec;8(6):429-32. 21.
[21] Sandra B Amado-Garzon, Luisana Molina-Pimienta, Andrea Vejarano-Pombo, Mariana (2024). Elevated Vitamin B_{12}, Risk of Cancer, and Mortality: A Systematic Review. *J. Cancer Investigation*, q1-10. DOI: 10.1080/07357907.2024.2366907.
[22] Vélez-Bonilla, Jaime Moreno-Chaparro, Adriana Buitrago-Lopez. (2024). Elevated Vitamin B_{12}, Risk of Cancer, and Mortality: A Systematic Review. *Cancer Invest*,42(6):515-526. DOI: 10.1080/07357907.2024.2366907.
[23] Anouar Fanidi, Robert Carreras-Torres, Tricia L Larose, Jian-Min Yuan, Victoria L Stevens, Stephanie J Weinstein, Demetrius Albanes, Ross Prentice, Mary Pettinger, Qiuyin Cai, William J Blot, Alan A et al. (2019). Is high vitamin B_{12} status a cause of lung cancer? *Int J Cancer,* 145(6): 1499–1503. doi:10.1002/ijc.32033.
[24] Arslan, Anne Zeleniuch-Jacquotte, Marjorie L McCullough 6, Loic Le Marchand 13, Lynne R Wilkens, Christopher A Haiman, Xuehong Zhang, Meir J Stampfer, Stephanie A Smith-Warner, et al. (2019). LC3 consortium and the TRICL consortium Is high vitamin B_{12} status a cause of lung cancer? Int J Cancer, 145(6):1499-1503. DOI: 10.1002/ijc.32033.
[25] Kefeng Liu, Zhirong Yang, Xiaojing Lu, Bang Zheng, Shanshan Wu, Jian Kang, Shusen Sun, Jie Zhao. (2023). The origin of vitamin B12 levels and risk of all-cause, cardiovascular and cancer specific mortality: A systematic review and dose-response meta-analysis. *Arch Gerontol Geriatr*,117: 105230. doi: 10.1016/j.archger.2023.105230.
[26] Prashant Gupta, Subhash Chandra, Awanindra Kumar Jha, Tanya Khaitan, Anjani Kumar Shukla, Shantala R Naik. (2023). Increased vitamin B12 levels in patients with oral cancer. *Indian J Dent Res,*34(2): 164-168. DOI: 10.4103/ijdr.ijdr 12 421.
[27] Federico Sottotetti, Alberto Malovini, Stefano Maccarone, Giulia Riva, Valentina Tibollo, Raffaella Palumbo, Barbara Tagliaferri, Riccardo Bellazzi, Hellas Cena, Antonio Di Sabatino, Laura Deborah Locati , Marco Vincenzo Lenti. (2023). Vitamin B_{12} status in hospitalised cancer patients: Prevalence and clinical implications of depletion and hypervitaminosis. *Clin Nutr ESPEN,* 63: 585-594. DOI: 10.1016/j.clnesp.2024.07.017.
[28] Pettifor, JM, Bikle,DD, Cavaleros, M, Zachen, D, Kamdar, MC, Ross FP. (1995). Serum levels of free 1,25-dihydroxyvitamin D in vitamin D toxicity. *Ann Intern Med,*122(7):511-3. doi: 10.7326/0003-4819-122-7-199504010-00006.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

TOXIC EFFECT OF EXCESSIVE DOSES OF VITAMINS ON THE HUMAN BODY

SCIENTIFIC RESEARCH GROUP:
Valerii Pokotylo
4th year student of the Faculty of Pharmacy
Danylo Halytsky Lviv Medical University, Ukraine
Yuri Fedevych
Ph.D in Biological sciences, Associate professor,
Associate professor of the Department of Biological Chemistry
Danylo Halytsky Lviv National Medical University, Ukraine
Tetiana Fartushok
Ph.D in Medical sciences, Associate professor,
Associate professor of the Department of Obstetrics and Gynecology
Danylo Halytsky Lviv National Medical University, Ukraine
Nadiia Fartushok
Ph.D in Chemical sciences, Associate professor,
Associate professor of the Department of Physical and Chemical Disciplines
Lviv Medical University, Ukraine

Summary. *Vitamins are low molecular weight organic compounds that are needed for a normal course of biochemical processes in the organism. It is known that vitamins are essential for several metabolic passways in a human organism (they act as coenzymes, antioxidants), but a lot of research showed that there are some side effects if they are overdosed. Excessive vitamin consumption may lead to a disruption of a biochemical reactions, cell environment and normal concentrations of some compounds, electrolytes. The problem is pretty common since it is easy to buy vitamins not only in drugstores, but in supermarkets too. It all may lead to an overdose, especially in children.*

Keywords: *vitamins, overdose, neurotoxicity, teratogenicity, peripheral neuropathy, hypercalcemia, cancer.*

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.084

ANALYSIS OF ACUTE LOWER LIMB ISCHEMIA DYNAMICS IN PATIENTS WITH LOWER LIMB ARTERIAL THROMBOSIS AND OUTFLOW ARTERY INJURY USING CATHETER-DIRECTED THROMBOLYSIS

Dmytro Makivchuk
MD, PhD Fellow, Junior Research Associate, Scientific Department of Minimally Invasive Surgery
State Institution of Science «Center of innovative healthcare technologies» State Administrative Department, Ukraine

Yurii Hupalo
MD, PhD, vascular surgeon, Senior researcher at the department of minimally invasive surgery
State Institution of Science «Center of innovative healthcare technologies» State Administrative Department, Ukraine

Introduction: CDT is one of the methods of treating patients with ALLI caused by ALLAT. According to the literature [1], CDT is an effective method that reduces both amputation and mortality rates.

The threat to the viability of the limb affects overall survival, particularly in patients with comorbidities. Without proper treatment ALLI can progress within the first two weeks [2], with mortality rate among such patients reaching 15-20%. Therefore, treatment of ALLI should include not only local thrombus removal, but also a comprehensive systemic approach aimed at correcting hemodynamic disturbances, preventing thrombotic complications, and reducing the risk of recurrence [3].

Aim: To asses the efficacy of catheter directed thrombilysis (CDT) in the treatment of patients with lower limb arterial thrombosis and outflow artery injury, and to investigate ischemia dynamic during treatment.

Materials and methods: Treatment outcomes were analyzed in 42 patients who underwent CDT with rtPA. Postoperatively and during the outpatient follow-up, patients received regular vascular monitoring using duplex ultrasound (DUS).

Results: In the post-procedural period, the frequency of patients in Rutherford class II-a decreased from 52.4% at baseline to 21.4% ($p = 0.011$), and in class II-b from 47.6% to 7.2% ($p < 0.001$), with transitions to class I observed in 18 and 12 cases, respectively. Overall, 30 patients (71.4%) had symptoms corresponding to Rutherford class I at the end of the inpatient period.

In general, treatment was resulted in a regression of ALLI, on average, by an average of one Rutherford class (ΔMeHL: −1 [95% CI: −1.5...−1]; $p<0.001$), observed

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

in more than half of the cases (n=23 [54.8%]). At the same time, in 12 patients (28.6%) a more pronounced improvement was noted, with a decrease in the severity of clinical manifestations by two classes on the Rutherford classes compared to the initial state (transition from class IIb to I). In 7 cases (16.7%), no clinically significant "transition" was observed at the stage of discharge from the hospital, indicating either ineffectiveness of the revascularization performed or the occurence of rethrombosis. In 12 patients (28.6%) a more pronounced improvement was noted, with a decrease in the severity of clinical manifestations by two classes on the Rutherford classes compared to the initial state (transition from class IIb to I). In 7 patients (16.7%), no clinically significant "improvement" was observed at hospital discharge, indicating either insufficient efficacy of the revascularization performed or the development of rethrombosis.

Conclusions: CDT is effective in the management of patients with acute lower limb arterial thrombosis (ALLAT) and concomitant outflow artery injury. The results indicate that endovascular techniques, supplemented by angiography control of distal blood flow represent a recommended treatment strategy for patients with ALLAT with run-off arterial lesions. These approaches demonstrated a high success rate in achieving revascularizing the affected arteries and improving the degree of lower-limb ischemia, as reflected by regression according to the Rutherford classification.

References:

[1] Theodoridis, P. G., Davos, C. H., Dodos, I., et al. (2018). Thrombolysis in acute lower limb ischemia: Review of the current literature. Annals of Vascular Surgery, 52, 255–262. https://doi.org/10.1016/j.avsg.2018.02.030
[2] Luan, T. M. B., Bang, H. T., Tan, N. M., et al. (2021). Catheter-directed intra-arterial thrombolysis in the treatment of acute thrombosis of below-the-knee arteries. Radiology Case Reports, 16(8), 2086–2090. https://doi.org/10.1016/j.radcr.2021.05.012
[3] Norgren, L., Hiatt, W. R., Dormandy, J. A., et al. (2007). Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II). Journal of Vascular Surgery, 45(Suppl S), S5–S67. https://doi.org/10.1016/j.jvs.2006.12.037

АНАЛІЗ ДИНАМІКИ ГОСТРОЇ ІШЕМІЇ НИЖНІХ КІНЦІВОК У ПАЦІЄНТІВ З ТРОМБОЗОМ АРТЕРІЙ НИЖНІХ КІНЦІВОК ТА ПОШКОДЖЕННЯМ ВИХІДНОЇ АРТЕРІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ КАТЕТЕР-СПРЯМОВАНОГО ТРОМБОЛІЗУ

Маківчук Дмитро Андрійович
аспірант, судинний хірург, молодший науковий співробітник наукового відділу малоінвазивної хірургії
Державна наукова установа «Центр інноваційних технологій охорони здоров'я» Державного управління справами, Україна
Гупало Юрій Миронович
кандидат мед. наук, судинний хірург, старший науковий співробітник наукового відділу малоінвазивної хірургії
Державна наукова установа «Центр інноваційних технологій охорони здоров'я» Державного управління справами, Україна

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ARTICLE

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.085

THE ROLE OF EXTEMPORAL REMEDIES IN COSMETIC PRACTICE

Sakhatska Inna Mykhailivna
Candidate of Pharmaceutical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Pharmaceutical Botany and Pharmacognosy
Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine

Horoshko Oleksandra Marianivna
Candidate of Pharmaceutical Sciences, Associate Professor of the Department of Pharmaceutical Botany and Pharmacognosy
Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine

Drachuk Vira Mykhailivna
Candidate of Pharmaceutical Sciences, Assistant Professor of the Department of Pharmacology
Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine

Summary. *Most pharmacies in European countries manufacture medicines. In Ukraine, there is also a tendency to increase the number of pharmacies that manufacture medicinal products. This direction is relevant in the production of cosmetic dosage forms, because medicinal products manufactured extemporaneously provide an individual approach to each patient. Cosmetic extemporaneous prescriptions of production pharmacies of the Chernivtsi region were analyzed. It was established that soft and liquid dosage forms prevail among them.*
Key words: *medicines; cosmetology; extemporal formulation.*

Topicality. Currently, in international pharmaceutical practice, much attention is paid to the issue of drug production in pharmacies. Pharmaceutical production of medicinal products (MP) has a history of more than 400 years and continues to exist in all leading countries of the world with a highly developed economy and pharmaceutical industry [1].

In such countries as Sweden, Poland, Germany, Austria, France, the need for extemporaneous production is recognized by both medical professionals and patients, and is also encouraged at the state level. As a result, manufacturing in a pharmacy takes about 20% of all prescription drugs [4].

And in our country, many business entities understand the importance of developing the concept of «personalized medicines». The extemporaneous production of drugs under such conditions acquires a new meaning and today is positioned as the development of drugs for the needs of each specific patient. In the context of European integration, the problem of the development of the pharmacy sector in Ukraine is gaining importance.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Orientation to the individual characteristics of the body and the prevailing level of safety compared to industrial preparations makes the extemporaneous formulation of cosmetic preparations relevant even in our time.

The aim of the work is to analyze the pharmaceutical market of extemporaneous prescriptions used in cosmetic practice.

Materials and methods. The objects of the study were data from the literature and electronic scientific publications on the pharmaceutical market of extemporaneous prescriptions used in cosmetic practice. In the course of research, methods of modern information search, bibliographic, systematic, comparative analysis, logical and generalization were applied.

The study was conducted on the basis of the production pharmacies of the city of Chernivtsi and Chernivtsi region, namely pharmacy No. 5 «Under the protection of St. Igor», the educational and production pharmacy of Bukovinian State Medical University and «Storozhynetsk central pharmacy No. 23».

Results and their discussion.

According to sociological surveys, 75% of visitors to pharmacies believe that the manufacture of medicines in pharmacies is necessary. Without it, there can be no pharmacy. If there is no production of medicines, then it is no longer a pharmacy, but a pharmacy kiosk, a warehouse, a pharmacy pantry. 72% of managers of medical and preventive institutions believe that the prescription and production department is the business card of a pharmacy. Without the manufacture of medicines, which has always been the main function of a pharmacy, it loses its face [3].

Extemporaneous drugs have a number of advantages over mass, factory-made drugs. First of all, the individual formulation takes into account the consumer's peculiarities – physiological, age, gender, etc. as much as possible. Індивідуально підібраний склад та дозування ЛЗ дозволяє враховувати не тільки особливості організму, але і протікання хвороби, симптоматику захворювання і його стадії [2].

Also, extemporaneous prescriptions, verified over decades, are safer, as they are not burdened by the additional introduction of auxiliary substances, often harmful to the body; 100% absence of the risk of drug falsification; low price (without markup for storage, delivery, advertising and commercial promotion of the drug) [2].

It is recognized that the drugs made by the hands of a pharmacist according to individual prescriptions are more effective from the point of view of biopharmaceutics than the analogues of industrial production, therefore the individual production of drugs is much more expensive. In the USA, Italy, Poland, Norway, medicines are prepared in most pharmacies. Medicines manufactured in a pharmacy provide more of an individual approach to the rational pharmacotherapy of each patient [3].

Since the beginning of independence in Ukraine, there has been a significant reduction in the number of pharmacies that manufacture medicines, however, at present, the number of pharmacies that manufacture drugs is increasing, at the same time, the majority of pharmacies are privately owned. Medicines market experts claim that the tendency to increase the number of institutions that manufacture medicines according to individual prescriptions can become a driver of the development of extemporaneous medicines in Ukraine. These data indicate that

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

extemporaneous prescription as an alternative direction allows to improve the medical provision of the population [1].

Thus, in the Chernivtsi region, as of today, there are 3 production pharmacies, of which 2 are in Chernivtsi and 1 is in the region.

According to the express survey of polyclinic doctors conducted by the State Enterprise «Ukrainian Research Center of Pharmacy», 90% of practicing doctors use or agree to use extemporaneous drugs in medical practice. At the same time, 85% of doctors indicated the age of the patient, 80% – the possibility of determining an individual prescription of the drug, and 76% – the course of the disease as the criteria by which they prefer drugs prepared individually in pharmacies. At the same time, 61% of the interviewed doctors noted a significant decrease in prescribing extemporaneous drugs to patients. 84% of doctors explain this by the increase in the assortment of ready-made pharmaceuticals of industrial production, 54% of doctors – the unavailability of individual preparation due to the small number of industrial pharmacies, and 38% of doctors – the lack of available information about possible prescriptions of individually prepared pharmaceuticals for prescribing for certain symptoms of diseases.

The analysis of the formulation of pharmaceutical preparations shows that among extemporaneous cosmetic dosage forms, soft and liquid ones prevail. Liquid medicinal forms are used for washing and cleaning the face and for problem skin, and soft ones are used as anti-inflammatory, emollient and wound-healing agents. A small number of prescriptions of the cosmetic direction are in the nomenclature of extemporaneous production, but their number is increasing due to changes in ready-made medicinal forms. Yes, there is a well-known prescription for the treatment of acne:

Rp.: Laevomycetini 3,0
Ac. salicylici 2,0
Sulfuris praecip. 5,0
Glycerini 5,0
Streptocidi 5,0
Sp. aethylici 95% - 60ml
Sol. Ac. borici 3% - 60ml
M. D. S. Wipe the skin of the face with an acne rash.

However, on the basis of this prescription, during the last period, the pharmacy received about ten modified forms of individual use. Also, one of the areas of improving cosmetic products is the use of phytoremedies. This direction of an individual approach to patients becomes especially promising, taking into account the global trends in the use of natural remedies in medical practice, the formulations of which are not burdened with substances dangerous for the body - preservatives, dyes, various stabilizers, etc.

Today, an important task of pharmacy is the preservation of extemporaneous prescription. However, in today's market conditions, a lot of effort needs to be made to make pharmacy-based manufacturing cost-effective. One of the factors aimed at the development of extemporaneous prescription is the improvement of state policy aimed at preserving the social significance of the pharmacy sector and its production activities.

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Conclusion. Extemporaneous production of medicinal forms is becoming widespread because it has an individual character. It becomes especially promising, taking into account the global trends in the use of natural remedies in medical practice, the formulations of which are not burdened with substances dangerous for the body – preservatives, dyes, various stabilizers, etc.

References:

[1] Chernykh, V.P., Polovko, N.P. (2017). Realii ta perspektyvy ekstemporalnoho vyrobnytstva likiv v Ukraini. *Suchasni dosiahnennia farmatsevtychnoi tekhnolohii i biotekhnolohii: zbirnyk naukovykh prats.* Kharkiv, 3-7.
[2] Kazakova, V.S., Kran, O.S. & Martyniuk, T.V. (2018). Aktualnist ekstemporalnoi retseptury v praktychnii kosmetolohii. *Kosmetolohiia ta aromolohiia: etapy stanovlennia i maibutnie: materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii.* Kharkiv: Vyd-vo NFaU, 68-71.
[3] Korytniuk, R.S., Davtian, L.L., Shmatenko, V.V. & Maletska, Z. V. (2017). Vidrodzhennia praktyky vyhotovlennia likarskykh zasobiv v umovakh apteky. *Zb. nauk. prats spivrobit. NMAPO imeni P.L. Shupyka*, 24 (5), 322-327.
[4] Samborskyi, O.S. (2018). Doslidzhennia mozhlyvostei ekstemporalnoho vyhotovlennia v Ukraini ta za kordonom. *Farmatsevtychnyi chasopys*, (1), 102-114.

РОЛЬ ЕКСТЕМПОРАЛЬНИХ ЗАСОБІВ У КОСМЕТИЧНІЙ ПРАКТИЦІ

Сахацька Інна Михайлівна
канд. фарм. наук, старший викладач кафедри фармацевтичної ботаніки та фармакогнозії
Буковинський державний медичний університет, Чернівці, Україна
Горошко Олександра Мар'янівна
канд. фарм. наук, доцент кафедри фармацевтичної ботаніки та фармакогнозії
Буковинський державний медичний університет, Чернівці, Україна
Драчук Віра Михайлівна
канд. фарм. наук, доцент кафедри фармакології
Буковинський державний медичний університет, Чернівці, Україна

Анотація. *Більшість аптек країн Європи виготовляє ліки. В Україні також спостерігається тенденція до збільшення кількості аптек, які виготовляють лікарські засоби. Актуальним даний напрямок є у виготовленні косметичних лікарських форм, тому що лікарські засоби, виготовлені екстемпорально, забезпечують індивідуальний підхід до кожного пацієнта. Проаналізовано косметичні екстемпоральні прописи виробничих аптек Чернівецької області. Установлено, що серед них переважають м'які та рідкі лікарські форми.*
Ключові слова: *лікарські засоби, косметологія, екстемпоральна рецептура.*

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ARTICLE

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.086

СУЧАСНІ ІННОВАЦІЙНІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ І ЇХ ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ У СПОРТІ

НАУКОВО-ДОСЛІДНА ГРУПА:

Гордєєва Марія Володимирівна
кандидат наук з фізичного виховання і спорту
доцент кафедри кіберспорту та інформаційних технологій
Національний університет фізичного виховання та спорту України, м. Київ, Україна

Сергієнко Костянтин Миколайович
кандидат наук з фізичного виховання і спорту,
доцент кафедри кіберспорту та інформаційних технологій
Національний університет фізичного виховання та спорту України, м. Київ, Україна

Сергієнко Іванна Ростиславівна
викладач кафедри кіберспорту та інформаційних технологій
Національний університет фізичного виховання та спорту України, м. Київ, Україна

Герасименко Світлана Олегівна
старший викладач кафедри кіберспорту та інформаційних технологій
Національний університет фізичного виховання та спорту України, м. Київ, Україна

Анотація. *Метою статті є аналіз сучасних інноваційних та інформаційних технологій і визначення можливостей їхнього практичного використання у спорті для підвищення ефективності підготовки спортсменів, об'єктивності суддівства та організації спортивних змагань. Дослідження ґрунтується на теоретичному аналізі літературних джерел, порівняльному аналізі сучасних інформаційних технологій у різних видах спорту (плавання, легка атлетика, стрибки у воду, синхронне плавання) та анкетуванні студентів Національного університету фізичного виховання і спорту України. Також використано описовий метод для узагальнення прикладів практичного впровадження інноваційних рішень у спортивній діяльності.*

Наукова новизна роботи полягає у комплексному узагальненні сучасних підходів до використання автоматизованих систем фіксації результатів, аналітичних платформ та цифрових сервісів для організації змагань. Вперше обґрунтовано необхідність формування цифрових компетентностей тренера як одного з ключових чинників ефективного використання новітніх технологій у спорті. Результати анкетування

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

студентів підтвердили високий рівень зацікавленості молоді у впровадженні цифрових рішень та готовність працювати з ними у професійній діяльності.
Встановлено, що сучасні інформаційні та інноваційні технології сприяють покращенню якості тренувального процесу, підвищенню точності фіксації результатів, мінімізації людського фактору у суддівстві та популяризації спортивних змагань. Разом з тим окреслено проблеми, пов'язані з обмеженим фінансуванням, технічними труднощами та недостатньою підготовленістю персоналу. Перспективи подальших досліджень полягають у розробці механізмів підготовки фахівців, здатних ефективно використовувати та обслуговувати інформаційні системи, а також у поглибленні вивчення впливу цифрових технологій на різні аспекти спортивної діяльності.
Ключові слова: *інноваційні технології, інформаційні технології, спорт, електронні заявки.*

Постановка проблеми. Сучасний спорт являє собою одну з найдинамічніших галузей суспільного життя, що активно інтегрує досягнення науково-технічного прогресу для забезпечення високих результатів спортсменів, оптимізації тренувального процесу та підвищення якості організації змагань [1]. Постійне зростання вимог до рівня спортивних досягнень обумовлює необхідність впровадження інноваційних та інформаційних технологій у всі етапи підготовки та супроводу спортсменів впродовж тренувальної а також змагальної діяльності [2].

Інноваційні технології дозволяють не лише вдосконалити технічну оснащеність тренувального процесу, а й формують принципово нові підходи до діагностики функціонального стану атлетів, моніторингу динаміки навантажень та прогнозування спортивних результатів [4, 8].

Крім того, актуальним є використання високотехнологічних систем фіксації результатів та аналітичних платформ, які мінімізують вплив людського фактору під час змагань, сприяють об'єктивності суддівства та підвищують рівень довіри до результатів змагань з боку глядацької аудиторії, спортивної спільноти та спонсорів [3].

В умовах глобальної цифровізації важливою є й соціальна складова розвитку спортивних технологій. Новітні інформаційні системи забезпечують інтерактивність та доступність спортивних заходів для широких верств населення, сприяють популяризації спорту, залученню молоді та підвищенню престижу спорту [5, 7].

Таким чином, дослідження напрямів удосконалення та впровадження сучасних інноваційних та інформаційних технологій у спорті є актуальним і відповідає сучасним тенденціям інтеграції науки, освіти та практики у сфері фізичної культури і спорту.

Аналіз досліджень і публікацій. Аналіз сучасних наукових джерел свідчить про те, що впровадження інформаційних систем у спорті має ключове значення для підвищення ефективності підготовки спортсменів, об'єктивності змагального процесу та розвитку видовищності окремих дисциплін [6].

Зокрема, у плаванні широкого поширення набули високоточні системи хронометражу та автоматизовані системи обробки результатів. Як зазначається у працях [10, 11], компанія OMEGA спільно з FINA впровадила багаторівневі хронометри Quantum Aquatics, панелі торкання та лічильники кіл, що

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

дозволяють точно фіксувати результати спортсменів і автоматично передавати дані суддям, тренерам і глядачам у реальному часі. Така система значно підвищує об'єктивність визначення результатів, знижуючи вплив людського фактору.

У стрибках у воду сучасні інформаційні системи активно застосовуються для візуалізації техніки виконання. За даними [11], інноваційні технології доповненої реальності дають змогу демонструвати ідеальне виконання стрибка у телевізійній трансляції у вигляді двовимірної анімації, що не лише сприяє кращому розумінню глядачами складності елементів, але й є додатковим аналітичним інструментом для спортсменів та тренерів.

Щодо артистичного плавання, вчені [9] відзначають, що сучасні інформаційні технології дозволяють проводити точний хронометраж і синхронізацію музичного супроводу, а також використовувати автоматизовані системи оцінювання синхронності рухів. Це забезпечує високу точність виставлення оцінок та зменшує ймовірність суб'єктивного суддівства, що є особливо важливим для видів спорту, які оцінюються в балах.

У легкій атлетиці застосування інформаційних технологій охоплює усі ключові етапи змагального процесу: від старту до фінішу. За даними досліджень [9, 10], сучасні стартові колодки оснащені датчиками для фіксації фальстартів, а фотофінішні системи Scan O Vision Maria дозволяють реєструвати зображення фінішу зі швидкістю до 10 000 кадрів на секунду. Додатково застосовуються фотоелементи, що забезпечують миттєву фіксацію перетину фінішної лінії, хоча остаточний результат завжди верифікується за допомогою фотофінішу. Це гарантує об'єктивність визначення переможців навіть за мінімальної різниці у часі проходження дистанції.

Таким чином, аналіз літературних джерел свідчить про те, що у сучасному спорті інформаційні технології виступають не лише засобом фіксації результатів, але й потужним аналітичним інструментом для оптимізації тренувального та змагального процесів у різних видах спорту.

Мета роботи. Метою дослідження є аналіз сучасних інноваційних та інформаційних технологій і визначення можливостей їхнього практичного застосування у спорті, що вивчаються у дисципліні «Інформаційні технології в фізичному вихованні та спорті» в межах підготовки фахівців з з олімпійського та професійного спорту.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Ми проаналізуємо основні приклади інноваційних та інформаційних технологій, які впроваджуються у спорті, серед яких: автоматизовані системи хронометражу, панелі торкання у плаванні, технології доповненої реальності для стрибків у воду, фотофінішні камери та стартові колодки з датчиками у легкій атлетиці.

Розглянемо сучасні інформаційні технології, які використовуються в процесі забезпечення спортивних змагань з плавання. Таймер Quantum Aquatics, який має роздільну здатність у сто разів вищу порівняно з попередніми моделями, забезпечує надзвичайно точну фіксацію часу учасників змагань і представляє собою нове покоління хронометражних технологій компанії OMEGA (Рис. 1).

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Ворота для відкритої води, спеціально розроблені для змагань на відкритій акваторії, розташовуються не лише на стартовій і фінішній точках, але й уздовж дистанції, що дає можливість фіксувати та відображати проміжні результати спортсменів (Рис. 1).

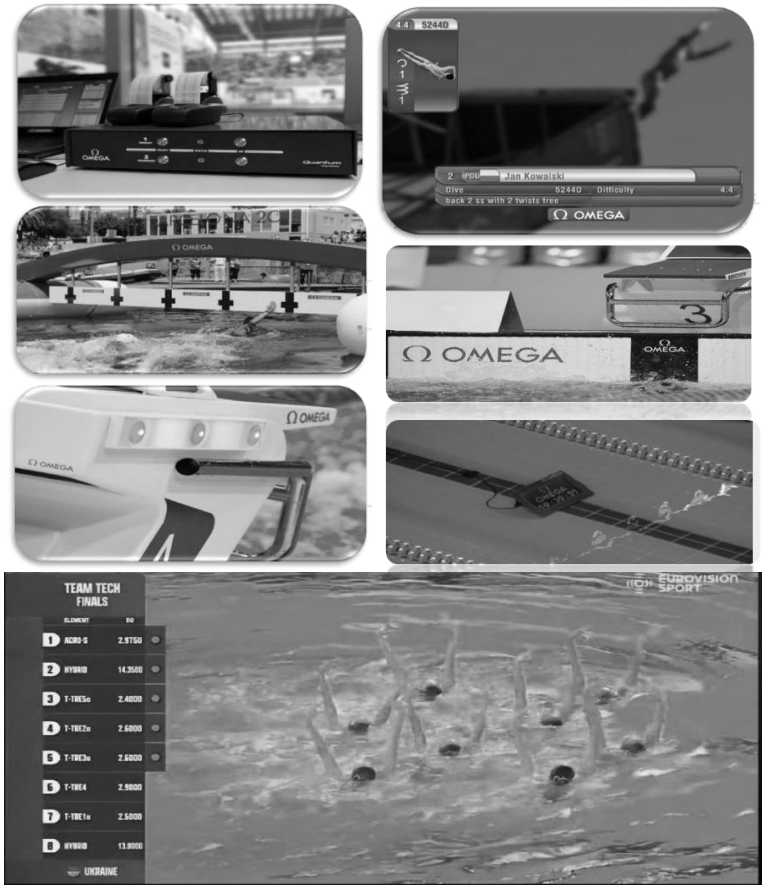


Рис. 1. Сучасні інформаційні технології, які використовуються у забезпеченні змагань у водних видах спорту

Інноваційна система Swimming Light Show являє собою набір ламп, вбудованих у стартові тумби, які підсвічуються для позначення трьох лідируючих позицій у запливі, що дозволяє глядачам миттєво бачити проміжні результати (Рис. 1).

Широко відомі сьогодні панелі торкання в плаванні були вперше запроваджені у 1967 році. Вони дають змогу плавцям власноруч зупиняти секундомір на фініші, натискаючи на панель із зусиллям від 1,5 до 2,5 кг (3,3–5,5 фунтів) (Рис. 1).

Лічильники зворотного відліку кіл звільняють плавців від потреби самостійно рахувати кола, що залишилися, що допомагає їм повністю зосередитися на техніці плавання та оптимальному розподілі сил під час запливу на довгі дистанції (Рис. 1).

Сучасні інформаційні технології, які використовуються в процесі забезпечення спортивних змагань у стрибках у воду. Сучасна технологія дає змогу доповнювати телевізійну трансляцію анімованими двовимірними роликами, що демонструють, як саме повинен виглядати заявлений стрибок у

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

його ідеальному виконанні. Кожен такий кліп відтворює послідовність рухів спортсмена від моменту відштовхування до входження у воду (Рис. 1).

Також у артистичному плаванні почали використовувати систему зарахування елементів в онлайн режимі. Під час змагань на екрані відображається нова система, яка дозволяє глядачам орієнтуватися, які саме елементи виконує команда у реальному часі. У таблиці вказано назви елементів та їхні коефіцієнти складності (DD — Degree of Difficulty).

Зелений кружок навпроти кожного елемента означає, що судді офіційно зарахували цей елемент — тобто команда виконала його відповідно до вимог правил. Цей інтерфейс робить перегляд артистичного плавання більш зрозумілим і цікавим для глядачів, адже дозволяє стежити за перебігом виступу в деталях і краще оцінювати складність програми.

Електронна таймінгова система використовується для точного вимірювання часу під час легкоатлетичних змагань. Це може бути високоточна система з чіпами або інфрачервоними сенсорами, що фіксують прибуття атлетів до фінішу. Електронні табло і результативні системи, інформаційні екрани та системи показують результати, часи, інформацію про атлетів на стадіоні і для трансляцій. Відеоспостереження та аналіз використовується для відстеження техніки виконання стрибків, метань або бігу. Це допомагає тренерам і спортивним аналітикам зрозуміти, як можна покращити результати атлетів і які помилки виникають.

Сучасні інформаційні технології, що використовуються в процесі забезпечення спортивних змагань у легкій атлетиці.

У легкій атлетиці використовується апаратне забезпечення для вимірювання параметрів. Наприклад, датчики для вимірювання швидкості, висоти стрибків або довжини метань. Ці технології не тільки допомагають у покращенні спортивних результатів, але й роблять змагання більш динамічними і доступними для глядачів (Рис. 2).



Рис. 2. Сучасні інформаційні технології, які використовуються в процесі забезпечення спортивних змагань у легкій атлетиці

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

У сучасних умовах підготовки спортсменів тренер не лише відповідає за фізичний стан та технічну майстерність своїх вихованців, але й зобов'язаний володіти певними навичками роботи з інформаційними технологіями. Це особливо актуально у видах спорту, де організаційні процеси значною мірою автоматизовані та цифровізовані.

Зокрема, перед участю спортсменів у змаганнях тренер зобов'язаний правильно та своєчасно заповнювати електронні заявки, які подаються через спеціальні онлайн-платформи, розроблені для організації та адміністрування спортивних заходів. Така робота потребує не лише уважності до деталей, а й впевнених навичок користування цифровими сервісами.

Особливий приклад можна навести із артистичного плавання. У цьому виді спорту тренер додатково готує та подає карти складності програм (Difficulty Cards), які також створюються та оформлюються за допомогою спеціального програмного забезпечення (Рис. 3). У цих картах фіксуються усі елементи виступу, їхня послідовність та рівень складності, що впливає на оцінювання виступу суддями. Неправильно оформлені або несвоєчасно подані карти можуть призвести до дискваліфікації елементів або до зниження оцінок команди.

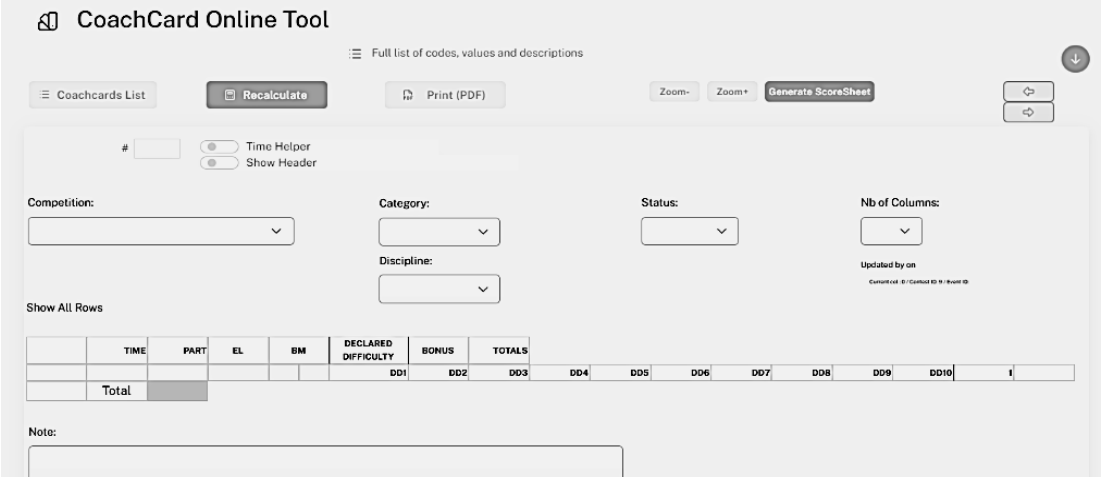


Рис. 3. Скріншот з програми для заповнення картки складності у артистичному плаванні

Таким чином, сучасний тренер повинен не лише орієнтуватися у спортивній методиці, а й володіти навичками роботи з профільним програмним забезпеченням, яке є невід'ємною частиною організаційного процесу змагань. Це свідчить про важливість впровадження цифрових компетенцій у систему підготовки тренерських кадрів.

Для вивчення теми нами було застосоване анкетування. У проведеному опитуванні взяли участь студенти Національного університету фізичного виховання і спорту України, які спеціалізуються переважно на водних видах спорту та легкій атлетиці.

Метою дослідження було з'ясувати, наскільки молодь ознайомлена з сучасними інформаційними технологіями, які впроваджуються у спортивні змагання в Україні, а також оцінити їх ефективність та доцільність подальшого застосування.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Всі респонденти мають безпосередній досвід участі, суддівства та відвідування спортивних змагань. Значна частина студентів 98,7% зазначила, що вже стикалася з використанням таких технологій, як електронні таймінгові системи, інформаційні табло, онлайн-трансляції та заповнення документації на онлайн платформах. Це свідчить про певний рівень технічного забезпечення змагань, щонайменше на регіональному або національному рівнях.

У відповідях респондентів простежується загалом позитивне ставлення до сучасних технологій у спорті. Студенти вказували на такі переваги, як підвищення точності результатів, покращення суддівства, автоматизація процесів і зростання глядацького інтересу завдяки якісній трансляції та цифровому супроводу. Також було відзначено, що ці інструменти сприяють кращому аналізу виступів спортсменів як під час змагань, так і в навчально-тренувальному процесі.

Разом із тим, респонденти звернули увагу і на деякі проблеми: обмежене фінансування, нестачу технічних спеціалістів та слабкий інтернет-зв'язок у деяких спортивних об'єктах. Ці фактори обмежують впровадження сучасних рішень на широкому рівні.

Переважна більшість студентів висловила підтримку ідеї розширення використання інновацій у спортивній сфері України, вважаючи це необхідним кроком для підвищення якості організації змагань та розвитку спорту загалом.

Такі результати свідчать про зацікавленість молоді у цифровій трансформації спорту та готовність працювати з новими технологіями в майбутній професійній діяльності.

Висновки.

Впровадження інноваційних технологій має позитивний і багатогранний вплив на змагальну діяльність спортсменів. Відбувається покращення результатів, завдяки аналітичним системам тренери можуть точніше налаштовувати тренувальні плани. Сучасні засоби фіксації результатів мінімізують людський фактор у суддівстві. Візуалізація прогресу та зворотний зв'язок у реальному часі стимулюють до вдосконалення. Відбувається популяризація спорту завдяки трансляціям, цифровим платформам і AR/VR зростає інтерес публіки та медіа.

Перспективи подальших досліджень.

Однією з ключових перспектив подальших досліджень є розробка механізмів підготовки спеціалістів, які не лише розумітимуть принципи роботи сучасних інформаційних систем, а й зможуть їх обслуговувати, оновлювати та аналізувати зібрані дані. Впровадження новітніх технологій потребує компетентного персоналу, який здатний ефективно взаємодіяти з програмним та апаратним забезпеченням у контексті спорту.

Також актуальними залишаються дослідження в напрямку адаптації IT-рішень до специфіки різних видів спорту, з урахуванням технічних, фізіологічних та організаційних особливостей. Необхідно також поглиблювати знання про вплив нових технологій на психоемоційний стан спортсменів, а також вивчати етичні та юридичні аспекти використання великих масивів персональних спортивних даних.

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Отже, подальші дослідження мають бути спрямовані не лише на удосконалення технологій, але й на створення цілісної інфраструктури професійної підтримки їх застосування в умовах реального спортивного процесу.

References:

[1] Кашуба, В., Бишевець, Н., & Сергієнко, К. (2006). Інноваційний вектор модернізації дидактичного процесу в системі вищої фізкультурної освіти. Спортивний вісник Придніпров'я, 1, 38–41.
[2] Коржнева, Є. П., & Яковенко, О. О. (2020). Використання інформаційних технологій у підготовці плавців. У Інноваційні та інформаційні технології у фізичній культурі, спорті, фізичній терапії та ерготерапії: матеріали III Всеукр. електрон. наук.-практ. конф. з міжнар. участю (с. 155–186). Київ. https://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi67/0048990.pdf#page=155 (дата звернення: 08.07.2025).
[3] Мельник, В. І., & Андрєєв, С. І. (2021). Інформаційні технології у плаванні. Фізична культура, спорт та здоров'я нації, 9, 112–117.
[4] Паньків, І., & Вишневська-Смірнова, Т. (2025). Сучасні методики в плаванні: аналіз та перспективи розвитку. Physical Culture and Sport: Scientific Perspective, 1(1), 366–370. https://doi.org/10.31891/pcs.2025.1(1).49
[5] Пастухов, І. С. (2022). Сучасні системи фіксації результатів у легкій атлетиці. Наукові записки НУФВСУ, 5, 78–82.
[6] Яковенко, О., Сергієнко, К., Сергієнко, І., & Строганов, С. (2025). Інноваційні та інформаційні технології у структурі сучасного кіберспорту. У О. А. Шинкарук (Ред.), Інноваційні та інформаційні технології у фізичній культурі, спорті, терапії та реабілітації: матеріали VIII Всеукр. електрон. конф. з міжнар. участю (с. 199–202). Київ: НУФВСУ.
[7] Шинкарук, О. А., Бишевець, Н. Г., Сергієнко, К. М., Яковенко, О. О., & Сергієнко, І. Р. (2023). Інформаційно-освітнє середовище сучасного закладу вищої освіти з фізичної культури і спорту (2-ге вид., перероб. та доп.). Луцьк: Вежа-друк. ISBN 978-966-940-445-9
[8] Бишевець, Н., Шинкарук, О., Сергієнко, К., Яковенко, О., Строганов, С., [та ін.] (2021). Технологія проектування інформаційно-освітнього середовища закладів вищої освіти з фізичної культури і спорту. У Молодь та олімпійський рух: зб. тез доп. XIV Міжнар. конф. молодих учених (с. 19–20). Київ.
[9] FINA. (2023, April 24). AS Manual. Artistic Swimming Manual. https://resources.fina.org/fina/document/2023/04/24/906bbbd3-ef66-4756-bce536cfe0ebf0c8/AS-MANUAL_24-April-2023.pdf (дата звернення: 08.07.2025).
[10] Tsanakis, M. (2024). Technologies of diving in the world of recreation. In Practices of Diving in Greece: A Historical Ethnography of Technologies, Persons, Bodies and Nature (pp. 79–106). Springer International Publishing.
[11] Omega Watches. (n.d.). Our Sports – Athletics. Planet Omega. https://www.omegawatches.com/planet-omega/sport/our-sports/athletics (дата звернення: 08.07.2025).

CONTEMPORARY INNOVATIVE AND INFORMATION TECHNOLOGIES AND THEIR PRACTICAL USE IN SPORTS

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

SCIENTIFIC RESEARCH GROUP:
Gordieieva Mariia
PhD in Physical Education and Sport
Associate Professor of the Department of Esports and Information Technologies
National University of Physical Education and Sport of Ukraine, Kyiv, Ukraine
Serhiienko Kostiantyn
PhD in Physical Education and Sport
Associate Professor of the Department of Esports and Information
National University of Physical Education and Sport of Ukraine, Kyiv, Ukraine
Serhiienko Ivanna
Lecturer of the Department of Esports and Information Technologies
National University of Physical Education and Sport of Ukraine, Kyiv, Ukraine
Svitlana Gerasymenko
Senior Lecturer of the Department of Esports and Information Technologies
National University of Physical Education and Sport of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Summary. *The purpose of this article is to analyze modern innovative and information technologies and to identify opportunities for their practical use in sports to increase the efficiency of athlete training, ensure objective judging, and improve the organization of sports competitions.*
Methodology. The research is based on a theoretical analysis of literary sources, a comparative analysis of modern information technologies used in various sports (swimming, athletics, diving, artistic swimming), and a survey of students at the National University of Physical Education and Sport of Ukraine. A descriptive method was also used to summarize examples of the practical implementation of innovative solutions in sports activities.
The scientific novelty of this work lies in a comprehensive generalization of current approaches to the use of automated result recording systems, analytical platforms, and digital services for organizing competitions. For the first time, the necessity of developing the coach's digital competencies is substantiated as a key factor for the effective use of modern technologies in sports. The survey results confirmed a high level of interest among young specialists in implementing digital solutions and their readiness to work with them in their professional activities.
It has been established that modern information and innovative technologies contribute to improving the quality of the training process, increasing the accuracy of result recording, minimizing the human factor in judging, and popularizing sports competitions. At the same time, challenges such as limited funding, technical difficulties, and insufficiently trained staff have been identified. The prospects for further research lie in developing mechanisms for training specialists who can effectively use and maintain information systems, as well as deepening the study of the impact of digital technologies on various aspects of sports activities.
Keywords: *innovative technologies, information technologies, sports, electronic applications.*

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ARTICLE

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.087

ЖІНОЧІ СОРОЧКИ УЖАНСЬКИХ ДОЛИНЯН ЗАКАРПАТТЯ КІНЦЯ XIX – ПЕРШОЇ ПОЛОВИНИ XX СТ.

Коцан Василь Васильович
доктор історичних наук, директор КЗ «Закарпатський музей народної архітектури та побуту» ЗОР, доцент кафедри археології, етнології та культурології
ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Україна

Анотація. *У статті на базі фондових збірок Закарпатського музею народної архітектури та побуту, Закарпатського обласного краєзнавчого музею ім. Т. Легоцького, а також наявної літератури проведено комплексний аналіз конструктивних особливостей крою та деталей оздоблення жіночих сорочок ужанських долинян Закарпаття кінця XIX – першої половини XX ст. Даний локально-територіальний осередок етнографічної групи долинян Закарпаття охоплює українські села між р. Латорицею і Ужем у межах Мукачівського та Ужгородського районів. Автором детально описано процес крою жіночих сорочок досліджуваного регіону: стану сорочки, рукавів, вирізу горловини, декоративних швів та загинок. Вишивкою оздоблювали вузенький ошийник, нагрудну частину, рукави, манжети. У колориті вишивки жіночих сорочок мукачівських та ужгородських долинян чітко прослідковуються три періоди від одноколірності до поліхромності.*

Ключові слова: *жіноча сорочка, крій, пілка, рукав, манжети, ошийник, вишивка, орнаментальна композиція, колорит.*

Постановка проблеми. Більшість території Закарпаття (9,735 км) та 200 км української етнічної території в Румунії вздовж р. Тиси від м. Сигіт до м. Тячева населена українцями-долинянами. Вони проживають на рівнині, в передгір'ї, середньогір'ї та частково високогір'ї Закарпаття від р. Шопурки на сході до державного кордону із Словаччиною на заході. Північні кордони долинян проходять водорозділом Полонинського хребта від смт. Міжгір'я до села Яворник на Великоберезнянщині. На півдні вони межують з угорцями, що населяють окраїни Закарпаття, низовини вздовж кордону з Угорщиною. Особливості проживання долинян у різноманітних господарсько-географічних поясах річкових долин середньогір'я, низькогір'я, передгір'я і рівнини, їх адміністративна підпорядкованість конкретним комітатським та окружним центрам, етноісторичні особливості формування населення кожної з річкових долин, правовий і господарський статус жителів конкретних сіл, вплив сусідів та інші чинники наклали свій відбиток на їх традиційну культуру [9, с. 98; 20, с. 68].

Сорочка, як найдавніший вид шитого одягу, є одним із найголовніших елементів при виділенні локальних типів народного вбрання з притаманними

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

лише їм деталями. Вона вказує на вік, стать, сімейний стан, вид занять свого власника. Розміщення вишивки на сорочках, орнаментальні мотиви та їх композиція тісно пов'язані із загальним кроєм та оздобленням сорочки [1, с. 122; 2, с. 21; 7, с. 11].

До початку XIX ст. у долинян Закарпаття побутував майже однаковий комплекс жіночого одягу, в основі якого лежала довга («додільна») сорочка («довганя»). Вже на середину XIX – на початок XX ст. побутували як довгі («додільні»), так і короткі жіночі сорочки («опліччя»). Наприкінці XIX – на початку XX ст. на їх основі сформувались основні одягові комплекси долинян Закарпаття.

Мета дослідження – комплексний аналіз конструктивних особливостей крою та деталей оздоблення жіночих сорочок ужанських долинян Закарпаття.

Аналіз останніх публікацій та досліджень. Основним джерелом для дослідження даної проблематики послужили фондові збірки Закарпатського музею народної архітектури та побуту [21-37] та Закарпатського обласного краєзнавчого музею ім. Т. Легоцького [38]. Це автентичні взірці традиційних народних жіночих сорочок досліджуваного регіону. Окремо виділяємо польові етнографічні матеріали автора [4; 5].

Цінний матеріал для вивчення жіночих сорочок ужанських долинян міститься в архіві Лабораторії етнології, фольклористики та краєзнавства ім. М.П. Тиводара Ужгородського національного університету. Нами було опрацьовано різноплановий матеріал (реферати, дипломні роботи, щоденники польових етнографічних матеріалів) [17; 39].

Чимало корисної для нас інформації, здобуто під час комплексних етнографічних експедицій, організованих викладачами-істориками Ужгородського національного університету та науковими співробітниками Закарпатського музею народної архітектури та побуту. Практику проведення таких експедицій було відновлено в 2015 році. Тоді експедиційний маршрут пролягав селами поблизу Ужгороду. За результатами даної експедиції було підготовлено перший випуск наукового щорічника «Етніка Карпат». Нами використані окремі інтерв'ю про традиційні види матеріальної культури, а також особливості родинної обрядовості, опубліковані у згаданому виданні [3, с. 76-79; 6, с. 97-100; 12, с. 102-107].

При дослідженні локальних особливостей жіночих сорочок ужанських долинян нами використано ряд публікацій історичного, мистецтвознавчого та краєзнавчого характеру [1; 2; 7; 14; 15; 16; 18]. Варто відмітити, що на відміну від інших районів Закарпаття, інформації про народний одяг ужанських долинян в науковій літературі не багато. Дана локальна група долинян Закарпаття вивчалась спорадично або згадувалась в загальному контексті.

Із праць сучасних дослідників народного вбрання варто виділяти публікації місцевих істориків, етнографів, краєзнавців і мистецтвознавців. Так, М. Тиводар в історико-етнографічному нарисі «Етнографія Закарпаття» розглядає й традиційний народний одяг українців Закарпаття. Характеристику одягу досліджуваного нами регіону він подає в параграфі «Комплекс жіночого вбрання з «опліччям»» [20, с. 230].

Окремі аспекти вивчення народного одягу ужанських долинян, зокрема й жіночих сорочок, висвітлювались в публікаціях автора цієї статті. Поділ

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

народного вбрання долинян Закарпаття на шість окремих одягових комплексів, в тому числі й ужанський зустрічаємо у статті «Традиційний народний одяг як прояв ідентичності…» [11, с. 80-97]. Окрема стаття автора присвячена народному вбранню ужанських долинян Закарпаття в цілому [10, с. 349-367], інша – народному весіллю сіл долини р. Уж [8, с. 854-865]. Детальному описові народного вбрання ужанських долинян присвячено окрему частину розділу докторської дисертації В. Коцана [9].

Виклад основного матеріалу та отриманих наукових результатів дослідження. Етнографічний район ужанських долинян охоплює українські села між р. Латорицею і Ужем у межах Мукачівського та Ужгородського районів. Матеріали дослідження традиційного народного одягу українців згаданого етнографічного району дають підстави в ужанських долинян виділити дві етнографічні окружності: мукачівских та ужгородських долинян.

Мукачівські долиняни проживають більш ніж у 30 селах середньої та нижньої течії р. Латориця та її приток. Найбільшими серед них є Залужжя, Макарово, Барбово, Ромочевиця, Пістрялово, Кольчино, Чинадієво, Дубино, Верхня Визниця, Пузняківці, Крите, Копинівці, Кальник, Жуково, Лохово, Ракошино, Іванівці, Старе Давидково, Великі Лучки, Зняцево.

Наприкінці XIX – у першій половині XX ст. для сіл Мукачівського району були характерні короткі (50-60 см) жіночі сорочки, пошиті з домотканого конопляного чи лляного полотна. У XIX – на початку XX ст. полотно ткали із конопель, а з кінця 20-х рр. XX ст. – з памуту, зрідка з ниток, змотаних у «паки», що привозили з Англії, Франції. У 30-х рр. XX ст. вони з'явились у магазинах і коштували 24 крони [11, с. 87; 17, с. 2; 18, с. 106; 39, с. 12].

У мукачівських долинян були поширені кілька варіантів крою сорочок: з одним бічним швом, з двома бічними швами, з однією боковою пілкою, загнутою навпіл по довжині, з двома вузькими боковими пілками. У селах Макарово, Барбово, Ромочевиця, Залужжя, Пістрялово для виготовлення жіночої сорочки брали один прямокутний (160×50 см) шматок домотканого полотна («полу»), згинали навпіл по ширині й зшивали з одного боку. Таким чином формувався стан сорочки з одним бічним швом. Посередині передньої пілки робили овальний виріз горловини, який переходив у поздовжній розріз («розпірку») (20 см), що застібувався на 2-3 ґудзики («гомбиці»). Під «розпіркою» пришивали вузеньку смужку домотканого полотна («планочку»), полотно під якою збирали («нанизували на рамки»). До плечової частини сорочки з виворітного чи зовнішнього боку пришивали два прямокутні шматки полотна («оплічки») (33×23 см). Передня частина «оплічок» (11 см) була удвічі меншою за задню (22 см). Полотно під горловиною, між «розпіркою» та «оплічками» збирали («нанизували») у дрібні складки («рами») на одну нитку. Короткі (36 см) до ліктя, прямі рукави пришивали до стану по шву. Низ оздоблювали мережкою («ціркою») та дрібним гачкованням («чіпкою») білого або рожевого кольорів. Сорочки декорували вишивкою рослинного характеру, виконаною технікою («хрестик»). По обидва боки «розпірки» пришивали вузькі поздовжні смужки полотна, які оздоблювали вишивкою у вигляді дрібних квіточок. На «планочці» вишивали ламану лінію («кривулю») та дрібні ромби. На стику «оплічок» з рукавами вишивали рядки із різнокольорових «перок». Низ рукавів прикрашали

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

стилізованими віночками з червоних, бордових, блакитних квіток [10, с. 350-351; 34].

На початку XX ст. у селах Кальник, Жуково, Лохово поширились жіночі сорочки із двома бічними швами. Кроїли їх з прямокутних шматків полотна (124×62см, 126×64 см), зігнутих навпіл по ширині. Довжина сорочок сягала до 62-64 см. По бокам загнуте полотнище зшивали з квадратною вставкою («клином») (6×6 см, 8×8 см) до місця вставлення рукавів. Посередині верхньої частини передньої пілки робили глибокий (8 см) овальний виріз горловини. «Оплічки» пришивали із виворітного боку. Рукави були короткими, до ліктя (36 см), цільнокроєними, без манжет. Полотно під горловиною збирали у дві декоративні загинки («защипи») (1 см), розміщені одна від одної на відстані 6-8 см. Вишивкою традиційно оздоблювали «оплічки» та низ рукавів. Під горловиною між защипами вишивали рядок із дрібних ромбиків, а трохи нижче скісний хрест. По низу рукавів вишивали вузенькі стилізовані галузки з дрібних листочків. Передня частина горловини та низ рукавів оздоблювалась гачкованою мережкою («чіпкою») [23; 24].

З 30-х рр. XX ст. жіночі сорочки на Мукачівщині почали шити із трьох, чотирьох піл. Дві прямокутні пілки (60×55 см) зшивали з одного боку до рукава, а з іншого пришивали ще дві вужчі пілки (60×28 см). З'єднувальні шви декорували мережкою («ціркою»). Посередині передньої широкої пілки робили овальний виріз горловини, який переходив у поздовжній розріз («розпірку»), що застібувалась на три ґудзики. Рукави на сорочках довгі (62 см), цільнокроєні, із прямокутною вставкою («клином») (5×6 см). «Оплічки» (23×20 см) пришивали із виворітного боку. Полотно навколо горловини, між «оплічками» та «розпіркою», у плечовій частині рукавів та навколо манжет збирали на дві нитки у дрібні складки («рами»). Під «розпіркою» пришивали «планочку», полотно під якою збирали у дві широкі (1 см) зустрічні складки («фалби») [9, с. 114].

У 30-40-х рр. XX ст. більшість жіночих сорочок на Мукачівщині не оздоблювали вишивкою обабіч «розпірки». Лише зрідка вишивали дві вузькі (1 см) смужки, які разом із вишивкою на планочці утворювали цілісну орнаментальну композицію. Основними орнаментальними мотивами були ромби та скісні хрести, що послідовно чергувались. У селах Кальник, Пузняківці, Микулівці, Крите, Тростяниця, Герцівці, Грабово подібні мотиви домінували також і на «оплічках» та манжетах. Їх вдало доповнювали рядки із «перок» або ламаних ліній («кривуль»). Часто єдиним оздоблення сорочок виступала вишивка на пришивних манжетах у вигляді різнокольорової галузки з квітів та трилисників [21].

З кінця 20-х – на початку 30-х рр. XX ст. у селах Мукачівського району під впливом міської моди побутували спідні жіночі сорочки («плаття»). Найбільшого поширення вони набули у селах, розташованих недалеко від Мукачева – Ракошино, Кайданово, Бенедиківці, Руське, Чопівці, Іванівці, Клячаново, Чинадієво, Кольчино. Спідні сорочки носили як молоді дівчата, так і жінки старшого віку. Шили їх з домотканого конопляного чи лляного полотна. Виділялись два способи їх кроєння. При першому брали довгий прямокутний шматок полотна (210×65 см), згинали навпіл по ширині. Довжина сорочки становила 105 см. Посередині верхньої частини стану робили глибокий (10-12

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

см) виріз горловини квадратної форми. Плечову частину із виворітного боку підшивали «оплічками». Рукави пришивали по шву. Вони були дуже короткими (5-8 см), прямими, без вставки («клина»). Бічні сторони стану зшивали від рукавів до пояса. Нижче пояса, по боках, вшивали вузькі, поздовжні шматки полотна («полики»). Над «поликами», на рівні пояса, пришивали вузенькі полотняні планочки («паски»), складені вдвоє. Полотно під «пасками» збирали у вузькі загинки («защипи») (0,5-1 см) [22].

При другому способі кроєння стан сорочки складався із двох частин: верхньої («стану») та підшивки («підточки»). «Стан» сорочки кроїли з прямокутного шматка полотна (90×42 см), загнутого навпіл по ширині, з квадратним вирізом горловини та глибоко врізаними (22-25 см) рукавними проймами. На святкових сорочках виріз горловини переходив у розріз. До нижньої частини «стану» пришивали «підточку», кроєну із одного або двох шматків полотна тієї ж якості, що і сама сорочка. Верхню частину «підточки» збирали на одну нитку в дрібні складки («рами») [30].

Розрізняли буденні та святкові спідні сорочки. Буденні не оздоблювали вишивкою. Єдиним декоративним оздобленням служило збирання полотна у вузькі загинки («защипи») або дрібні складки («рами»). Святкові спідні сорочки декорували вишивкою. Найчастіше обабіч розрізу вишивали одну-дві пташки обернені одна до одної, стилізовані квіточки чи вазони. На деяких сорочках нижню частину «стану» та верхню частину «підточки» декорували рядками із дрібних квадратиків [32].

І за кроєм, і за оздобленням вишивкою відрізнялись спідні сорочки, які одягали дівчата 7-12 років. Кроїли їх із двох прямокутних шматків полотна (62×42 см), які зшивали по бокам від пояса до місця вставлення рукавів. Рукави короткі (12-15 см) із вузькою прямокутною вставкою («розтічкою») (12×4 см). Посередині передньої пілки робили поздовжній розріз (10 см). У плечовій частині дві пілки «стану» сорочки з'єднувались за допомогою прямокутних шматків полотна («плечиків»). Нижче пояса до «стану» пришивали бічні вузькі вставки («полики»), полотно над якими збирали у вузькі загинки («защипи») (0,5-1 см). Характерною особливістю дівочих сорочок було те, що їх передню та задню пілки посередині оздоблювали вишивкою у вигляді рядків з квадратиків червоного, зеленого, синього кольорів. Такими ж квадратиками, але менших розмірів, декорували й плечики [15, с. 21; 31].

Свої особливості мав колорит вишивки жіночих сорочок мукачівських долинян. Сорочки першої половини XIX ст. вишивали різними відтінками білих ниток («білим по білому»). Частково така вишивка зберіглась в окремих селах до кінця XIX ст. Протягом другої половини XIX ст. колорит вишивки збагатився чорними, світло-синіми, голубими, оранжевими, червоними, рожевими барвами. Але при цьому продовжували домінувати різні відтінки білого кольору. Найчастіше його поєднували з червоним, синім, світло-оранжевим. Таке поєднання кольорів надавало вишивці ніжного вишуканого вигляду. З перших десятиліть XX ст. вишивка стала поліхромною. Домінуючими були різні відтінки білого, червоного і синього кольорів, що поєднувались із зеленими, голубими, жовтими та коричневими. При цьому головні частини ромбових геометричних мотивів та орнаментальних смуг з ламаних ліній, трикутників і хрестиків

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

вишивали червоними і синіми (голубими) нитками із незначним вкрапленням інших кольорів. Стилізований рослинний орнамент відзначався різнобарв'ям червоних, бордових, рожевих, голубих, синіх кольорів. В орнаментальних смугах, утворених з рослинних мотивів, домінували червоні, бордові та зелені кольори. Таким чином, у колориті вишивки жіночих сорочок мукачівських долинян чітко прослідковуються три періоди від одноколірності до поліхромності. Ще одна особливість місцевої вишивки – повна відсутність чи мінімальна присутність у ній чорного кольору [4; 5].

Ужгородські долиняни проживають між річками Старою та Ужем, охоплюючи такі українські села: Пацканьово, Кибляри, Середнє, Худльово, Великі Лази, Ірлява, Глибоке, Стрипа, Ярок, Циганівці, Баранинці, Дравці, Коритняни, Оноковці, Оріховиця, Невицьке, Кам'яниця, Гута. Цей район розташований у зоні українсько-угорсько-словацького порубіжжя, що позначилось на доволі строкатому складі його населення. Так, у 1900 р. в Ужанському комітаті 36,4% населення складали українці, 30,2% – угорці, 28% – словаки. За даними всеукраїнського перепису населення у 2001 році українці тут складали 58,46%, угорці – 33,3%, словаки – 1,7% населення району. Крім того, на початку XX ст. населення м. Ужгорода відзначалось значною етнічною строкатістю. Так, у 1910 р. понад 79% мешканців міста були угорськомовними, 6,8% – німецькомовними, 7,2% – словацькомовними і лише 3,2% – українськомовними [13, с. 76; 19, с. 45].

Господарсько-культурні та побутові контакти між різноетнічним населенням району і вплив міських культурних традицій позначились на крої і оздобленні жіночого та чоловічого строїв. До кінця XIX ст. серед ужгородських долинян побутувала коротка тунікоподібна жіноча сорочка («опліччя») з довгими вишиваними рукавами. З кінця XIX ст. вона поступово витіснялась блузкою міського крою із короткими рукавами.

Буденні сорочки кінця XIX – початку XX ст. шили з домотканого конопляного полотна. Поширеними були два способи їх крою: з двома бічними швами та з вузькою пілкою-вставкою. Перший спосіб традиційний, був поширений й у перечинсько-березнянсько-свалявських, мукачівських долинян, лемків Перечинщини, воловецьких та міжгірських бойків. У селах Анталовці, Кибляри, Гайдош, Пацканьове, Лінці наприкінці XIX – на початку XX ст. буденні жіночі сорочки («опліччя») кроїли із двох полотнищ («піл») (широкого та вузького). Пілку шириною 50 см та довжиною 95-100 см згинали навпіл по ширині. У верхній частині, посередині загнутого полотнища, робили квадратний виріз горловини. З одного боку пілку зшивали до місця вставлення рукава, а до іншого – пришивали вузьку (10-15 см) пілку довжиною 95-100 см, яку так само згинали навпіл по ширині. Таким чином формувався стан сорочки із одним бічним швом та двома з'єднувальними швами з лівої сторони передньої та задньої пілок. Полотно під квадратною горловиною, на передній і задній пілках збирали у 2-6 дрібних вертикальних загинок («защипів»). До плечової частини, із зовнішнього боку пришивали прямокутні вставки («платки», «пличі») з домотканого полотна, рідше – з фабричної матерії. Рукави на сорочках короткі, до ліктя, у плечовій частині та навколо манжет зібрані у складки («рями»). Площина між «рямами» набувала плісированого вигляду. Буденні сорочки вишивкою не оздоблювали [36].

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Особливості святкових жіночих сорочок ужгородських долинян проявились у крої та варіантах їх оздоблення. Поширеними були декілька способів крою святкових сорочок: з двома бічними швами, з вузькою пілкою-вставкою з правої сторони, та вузькими пілками-вставками посередині передньої або задньої частини стану сорочки. Перші два варіанти крою були поширені у селах Кам'яниця, Оріховиця, Невицьке, Ярок, Оноковці, Стрипа, Верхнє Солотвино. Сорочки із вузькою пілкою («вставкою») схожі до буденних. Але, на відмінну від них, на святкових сорочках вузьку пілку пришивали з правої сторони, виріз горловини був овальної, а не квадратної форми. При обох варіантах крою рукави виготовлялись окремо із суцільного шматка полотна, загнутого навпіл по довжині. До верхньої частини стану сорочок пришивали вузенький комір («обшивку»), полотно навколо якого збирали на дві нитки у дрібні складки («рями»). На деяких сорочках обабіч поздовжнього розрізу («розпірки») передньої поли робили по дві вертикальні загинки («защипи»). Рукави декорували вертикальними або горизонтальними «защипами», розміщеними у два або чотири ряди. «Розпірку» та пришивні манжети застібували на білі, рідше голубі ґудзики («гомби»). Єдиним місцем, оздобленим вишивкою, були манжети. Орнаментальні композиції складались із стилізованих квіток, стебел та листочків, які утворювали стилізовану «кривульку». Низ рукавів оздоблювали мережками. На процеси спрощення і нівеляції місцевої традиційної вишивки впливала не лише міська мода, а й поширення друкованих взірців («мінти»), особливо у 20-30-х рр. XX ст. З цієї нагоди С. Маковський писав, що навіть там, де ще й зберіглась вишивка на одязі, вона набула вигляду вузької прошивки, часто за взірцями книжкових вишивок [14, с. 156]. Інколи така вишивка не позбавлена художнього смаку. Але сприймати її як народну немає підстав, бо в ній не використовувались традиційні орнаментальні мотиви та способи їх компонування [8, с. 857; 10, с.352; 12, с. 104; 28].

У 20-40-х рр. XX ст. у селах Дравці, Баранинці, Коритняни, Барвінок, Великі Лази, Глибоке святкові жіночі сорочки кроїли із двох піл довжиною 55-60 см, загнутих навпіл по довжині. Їх зшивали таким чином, що посередині передньої та задньої піл утворювався з'єднувальний шов. Якщо сорочка ставала вузькою (з неї виростали), то можна було розпороти дві частини стану сорочки і вшити «клин». Так кроїлись жіночі сорочки воловецьких та міжгірських бойків. Етнографічно розмежувальною рисою було те, що у бойківських сорочках вузьку пілку («клин») вставляли у задній частині стану, а в ужгородських долинян – як у задній, так і у передній. Верхню частину передньої пілки збирали у дрібні складки на 8-10 ниток, а задньої – на дві. Поверх збірок пришивали вузький (1-2 см) комір («обшивку»). Скісний розріз («розпірку») з правої сторони (10 см) застібували на ґудзик або плетені шнурочки («мотузи»). Довгі (55-58 см), широкі, цільнокроєні рукави кроїли з окремого шматка полотна, біля манжет збирали на чотири нитки. Поверх морщення передньої пілки вишивали орнаментальну композицію рослинного чи геометризованого рослинного характеру у вигляді віночка з квітів, стебел та листочків. Зустрічались сорочки, у яких вишивали два віночки. Під «обшивкою» розміщували ширший (2-3 см) віночок, а на відстані 3 см від нього – вужчий (1-2 см). Плечову частину рукавів та манжети

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

оздоблювали поперечною смугою вишивки у вигляді стилізованих букетів квітів [10, с. 352; 37].

Оригінальністю орнаментальної композиції вишивки на рукавах виділялись жіночі сорочки з сіл Анталовці, Верхнє Солотвино, Худльово, Кибляри, Гайдош, Пацканьово Ужгородського району. У верхній плечовій частині рукавів вишивали широку (5-8 см) поперечну орнаментальну смугу, яка складалась з ромбів та трикутників з ріжками. Площину рукава між даною смугою та манжетами оздоблювали вишивкою у вигляді трьох великих восьмипелюсткових квіток («косиць») та багатьох дрібних трилисників. На манжетах вишивали смугу з ромбів, закомпонованих стилізованими квітками. Обрамляючу функцію виконували різноманітні обмітувальні шви. Поверх морщення біля манжет могли вишивати ламану лінію («кривулю») та смужки із дрібних квадратиків [29].

Кожна доросла дівчина за народною традицією мала вміти вишивати. Наявність у неї кількох оздоблених вишивкою сорочок засвідчувала її багатство. У селах Кам'яниця, Оріховиця, Невицьке побутувала пісня «А в богацьких дівочок по шістнадцять сорочок»:

А в богацьких дівочок по шістнадцять сорочок,
А у мене єднейка на каждый день білейка.
Вечором замочу, до півночі полочу,
А на рано вберуся, ідуть хлопці, сміються [8, с. 857].

На початку 20-х рр. XX ст. серед ужгородських долинян, як і у мукачівських, з'являються спідні сорочки («спудники», «плаття») з домотканого полотна. Крій складався із верхньої частини («опліччя») та нижньої («підточки»). «Опліччя» кроїли з двома бічними швами, а «підточка» могла бути суцільною або складатись із кількох шматків. Круглий виріз горловини оздоблювали вузенькою (1 см) полотняною «обшивкою». Зустрічались «плаття» з короткими (10-15 см) рукавами та без рукавів з глибокими рукавними проймами [16, с. 196; 25; 27].

Наприкінці 30-х – на початку 40-х рр. в Ужгороді та навколишніх селах поширились спідні жіночі сорочки із білої фабричної матерії. Їх крій складався з двох частин: верхньої («стану», «станка») довжиною 30-35 см та нижньої («кабата», «подолка») довжиною 60-65 см. «Станок» із «подолком» з'єднували вузьким (2-3 см) пояском. До верхньої частини «станка» пришивали дві полотняні петлі («плечики»). Верхню частину «станка» та низ «подолка» сорочок оздоблювали вирізуванням та машинною вишивкою рослинного характеру [38].

На початку 40-х рр. XX ст. у селах Стрипа, Ярок, Оріховиця, Оноківці, Невицьке, Кам'яниця Ужгородського району поширились жіночі блузи («візитки», «лепетянки»). «Візитки» дівчат та молодих жінок шили з чорної, темно-коричневої, а жінок старшого віку – зеленої, синьої, фіолетової атласної або шовкової матерії. Візитки мали відкидний комір, застібувались на металеві кнопки («патенти») або ґудзики. До верхньої частини спинки пришивали кокетку, яку іноді морщили і разом з коміром оздоблювали чорною фабричною

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

мережкою («чіпкою»). Передні пілки збирали у дрібні складочки, а на спинці деяких «візиток» робили дві глибокі (3-4 см) зустрічні складки («фалди»). У селах Оріховиця, Анталовці, Кибляри, Гайдош, Пацканьово Ужгородського району до низу «візиток» пришивали широку (15-22 см) смугу матерії («підшитку», «підрублиницю»). На деяких «підшитках» робили дві пришивні кишені [26; 35].

Подібні блузи побутували і в угорських селах Ужгородщини (Саловка, Бакош, Есень, Тисауйфалу, Тисаашвань). До етнографічно розмежувальних рис крою можемо віднести розміри самих «візиток» та окремих їх деталей. «Візитки» ужгородських долинян довші (62-65 см) за угорські (50-54 см). Угорські блузи мали значно ширші (8-10 см) коміри, ніж на блузах Ужгорода та навколишніх сіл (3-4 см). Крім того, угорські «візитки» не оздоблювали складками та загинками [33].

Висновки та перспективи подальших досліджень. Основу комплекту традиційного жіночого вбрання ужанських долинян Закарпаття складала сорочка. Розміщення вишивки, орнаментальні мотиви та їх композиція тісно пов'язані із загальним кроєм та оздобленням сорочки. Внаслідок господарсько-побутових контактів мукачівських та ужгородських долинян з угорцями, словаками, німцями, населенням міст йшло формування культурно-побутової специфіки місцевого населення. Давній народний жіночий одяг характеризувався повсюдним поширенням короткої тунікоподібної сорочки з вишитими рукавами. З початку XX ст. вона поступово витіснялась блузкою міського крою з короткими рукавами. З 20-х рр. XX ст. під впливом міської моди з'являються спідні сорочки. На початку 40-х рр. XX ст. в українських селах Ужгородщини під впливом сусідніх угорських сіл поширились жіночі блузи («візитки», «лепетянки»). У колориті вишивки жіночих сорочок мукачівських та ужгородських долинян чітко прослідковуються три періоди від одноколірності до поліхромності. Ще одна особливість місцевої вишивки – повна відсутність чи мінімальна присутність у ній чорного кольору. На процеси спрощення і нівеляції місцевої традиційної вишивки впливала не лише міська мода, а й поширення друкованих взірців («мінти»), особливо у 20-30-х рр. XX ст.

Список використаних джерел:

[1] Антонович, Є.А. (1992). *Декоративно-прикладне мистецтво: посібник* : [для студ. вищ. навч. закл]. Львів: Світ, 272 с.
[2] Білан, М.С. (2001). «Чом на тобі наймитоньку сорочка не біла?» (символізм українського строю). *Берегиня*, 2001. № 2. С. 9-22.
[3] Бонгар М., 2016. Родинна обрядовість с. Оноковці Ужгородського району. *Етніка Карпат. Науковий щорічник*. *Вип. 1,* Ужгород, С. 76-79.
[4] Записано Коцаном В.В. в 2919 р. у с. Жуково Мукачівського району від Довгея Василя, 1944 р.н.
[5] Записано Коцаном В.В. в 2919 р. у с. Копинівці Мукачівського району від Біличко Ганни Іванівни, 1960 р.н.
[6] Костевич М., 2016. Весілля та обряди пов'язані із народженням дитини в с. Кам'яниця Ужгородського району, *Етніка Карпат. Науковий щорічник*. *Вип. 1,* Ужгород, С. 97-100.
[7] Кот, М. (2007). *Українська вишита сорочка*. Дрогобич : Коло, 149 с. : 166 іл.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[8] Коцан, В. (2018). Деякі аспекти традиційного народного весілля сіл долини р. Уж XIX – першої половини XX ст. (за сучасними польовими етнографічними матеріалами). *Народознавчі зошити,* № 4, С. 854-865.
[9] Коцан, В. (2021). *Етнокультурні маркери в контексті пограничʼ: традиційний народний одяг та ідентичність населення Закарпаття XIX – початку XXI ст.* дис. докт. іст. наук: 07.00.05, Львів: Інститут українознавства ім. І. Крипʼякевича НАН України; Інститут народознавства НАН України, 846 с.
[10] Коцан, В. (2020). Традиційний народний одяг ужанських долинян Закарпаття XIX – першої половини XX ст. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія. Історія,* Вип 1, С. 349-367.
[11] Коцан, В. (2014). Традиційний народний одяг як прояв ідентичності етнографічних груп українців Закарпаття (XIX – першої половини XX ст.). *Народознавчі зошити*, № 1, С. 80-97.
[12] Лисько, Т. (2016). Ткацтво, вишивки і писанкарство в с. Невицьке Ужгородського району. *Етніка Карпат. Науковий щорічник,* Вип. 1. Ужгород, С. 102-107.
[13] Мазурок, О. (1999). Етнічна структура міського населення Закарпаття наприкінці XIX – на початку XX ст. *Carpatica-Карпатика. Випуск 6 : Етнічні та історичні традиції населення Українських Карпат кінця XVIII – XX ст.*, Ужгород, 65-82.
[14] Маковский, С. (1925). *Народное искусство Подкарпатской Руси*. Прага : Пламя, 156 с.
[15] Мошкаринець, В. (1930). Повірʼя на поодинокі свята в селі Кальнику. *Подкарпатська Русь,* Ужгород, Рочник VII, С. 21.
[16] Пайкош, О. (1933). Мистецтво в Дравцях та околици. *Наш рідний край,* Рочник XI, Число 2, С. 196.
[17] Родович, Р. (1997). Традиції ткацтва у с. Копинівці Мукачівського району : реферат. *Архів Лабораторії етнології, фольклористики та краєзнавства ДВНЗ «Ужгородський національний університет» ім. М. П. Тиводара (далі – АЛЕФК ДВНЗ «УжНУ»)*, Ужгород : УжДУ, 8 с.
[18] Рубіж, Ф. (2007). *Великі Лучки : історико-етнографічне дослідження.* 2-ге вид., переробл. та допов. Ужгород : Патент, 506 с.
[19] Ткаченко, Л. (1974). Динаміка етнічного складу населення Закарпаття (за матеріалами переписів населення). *Народна творчість та етнографія,* № 1. С. 42-47.
[20] Тиводар, М.П. (2011). *Етнографія Закарпаття : Історико-етнографічний нарис.* Ужгород : Гражда, 416 с. : іл.
[21] Фонди КЗ «Закарпатський музей народної архітектури та побуту» ЗОР (далі – Ф КЗ «ЗМНАП» ЗОР:) 1402/412. Жіноча сорочка, с. Микулівці Мукачівського району.
[22] Ф КЗ «ЗМНАП» ЗОР: 1406/414. Жіноча спідня сорочка, с. Ракошино Мукачівського району.
[23] Ф КЗ «ЗМНАП» ЗОР: 2278/57. Жіноча сорочка, с. Жуково Мукачівського району.
[24] Ф КЗ «ЗМНАП» ЗОР: 2279/58. Жіноча сорочка, с. Жуково Мукачівського району.
[25] Ф КЗ «ЗМНАП» ЗОР: 2548/955. Спідня жіноча сорочка без рукавів, с. Невицьке Ужгородського району.
[26] Ф КЗ «ЗМНАП» ЗОР: 2603/977. Жіноча блуза («лепетянка»), с. Оріховиця Ужгородського району.
[27] Ф КЗ «ЗМНАП» ЗОР: 5919/2694. Спідня жіноча сорочка з короткими рукавами, с. Оріховиця Ужгородського району.
[28] Ф КЗ «ЗМНАП» ЗОР: 6357/2890. Жіноча сорочка, с. Невицьке Ужгородського району.
[29] Ф КЗ «ЗМНАП» ЗОР: 9131/3579. Жіноча сорочка, с. Гайдош Ужгородського району.
[30] Ф КЗ «ЗМНАП» ЗОР: 10643/4166. Жіноча спідня сорочка, с. Ракошино Мукачівського району.

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[31] Ф КЗ «ЗМНАП» ЗОР: 10646/4169. Дівоча спідня сорочка, с. Ракошино Мукачівського району.
[32] Ф КЗ «ЗМНАП» ЗОР: 10648/4171. Жіноча спідня сорочка, с. Ракошино Мукачівського району.
[33] Ф КЗ «ЗМНАП» ЗОР: 11872/73. Жіноча блуза («візитка»), с. Саловка Ужгородського району.
[34] Ф КЗ «ЗМНАП» ЗОР: 11941/84. Жіноча сорочка, с. Макарово Мукачівського району.
[35] Ф КЗ «ЗМНАП» ЗОР: 12147/103. Жіноча блуза («лепетянка»), с. Кибляри Ужгородського району.
[36] Ф КЗ «ЗМНАП» ЗОР: 12184/104. Жіноча сорочка, с. Кибляри Ужгородського району.
[37] Ф КЗ «ЗМНАП» ЗОР: 12437/179. Жіноча сорочка, с. Дравці Ужгородського району.
[38] Фонди КЗ «Закарпатський обласний краєзнавчий музей ім. Т. Легоцького» ЗОР: 2913/22437. Спідня жіноча сорочка, с. Коритняни Ужгородського району.
[39] Щоденник польових етнографічних матеріалів, зібраних студентом 1-го курсу історичного факультету Ужгородського національного університету Б. Булиною у селі Ярок Ужгородського району, *АЛЕФК ДВНЗ «УжНУ»*, Ужгород : УжДУ, 1994. 8 с.

WOMEN SHIRTS OF THE UZHANSKY DOLINIANS THE END OF THE XIX - THE FIRST HALF OF THE XX CENTURY

Vasyl Kotsan
Doctor of Historical Sciences, Director of the Municipal Institution «Transcarpathian museum of folk architecture and life» of the Transcarpathian Regional Counsil, Docent of the Department Archeology, Ethnology and Cultural Studies
SHEE «Uzhhorod National University», Ukraine

Summary. *In the article on the basis of stock collections of the Transcarpathian Museum of Folk Architecture and Life, the Transcarpathian regional museum named after. T. Legotsky, as well as the available literature, a comprehensive analysis of the constructive features of the cut and details of the decoration of women's shirts of the Uzhansky dolynians dwellers of Transcarpathia of the late 19th – first half of the 20th centuries is carried out. This local-territorial center of the ethnographic group of the Transcarpathian valley dwellers covers Ukrainian villages between the Latorytsia and Uzh rivers within the Mukachevo and Uzhhorod districts. The author describes in detail the process of cutting women's shirts of the studied region: the shirt's hem, sleeves, neckline, decorative seams and folds. The narrow collar, chest, sleeves, cuffs were decorated with embroidery. In the color of embroidery of women's shirts of Mukachevo and Uzhhorod valley dwellers, three periods are clearly traced, from monochrome to polychrome.*
Keywords: *women's shirt, cut, pleat, sleeve, cuffs, collar, embroidery, ornamental composition, color.*

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ARTICLE

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.088

ЄДЕССБ. ОСТАННІ ЗМІНИ В МІСТОБУДІВНИХ НОРМАТИВНИХ АКТАХ

НАУКОВО-ДОСЛІДНА ГРУПА:

Погосов Олександр Григорович
канд. екон. наук, доцент,
доцент кафедри теплотехніки
Київський національний університет будівництва та архітектури, Україна

Габа Крістіна Олексіївна
канд. екон. наук, доцент,
доцент кафедри теплотехніки
Київський національний університет будівництва та архітектури, Україна

Пашкова Лариса Володимирівна
старший викладач кафедри теплотехніки
Київський національний університет будівництва та архітектури, Україна

Дорошенко Андрій Андрійович
провідний інженер кафедри теплотехніки
Київський національний університет будівництва та архітектури, Україна

Анотація. *В даній статті розглянуто останні зміни в нормативно-правовій базі, що регламентує функціонування Єдиної державної електронної системи у сфері будівництва (ЄДЕССБ). Проаналізовано актуальні оновлення містобудівних нормативних актів, зокрема змінені вимоги до процедур реєстрації та погодження проєктної документації, введення нових класифікаторів, а також підвищення рівня цифровізації в процесах містобудівної діяльності. Установлено, що зміни спрямовано на спрощення адміністративних процедур, забезпечення прозорості, унеможливлення корупційних ризиків та підвищення ефективності міжвідомчої взаємодії. Окреслено практичні аспекти реалізації нововведень, зокрема адаптацію суб'єктів містобудування до оновленого функціоналу системи, а також вплив змін на обіг дозвільної документації, ведення реєстрів і публічність інформації. Досліджено потенційні виклики, пов'язані з інтеграцією нових положень у поточну практику, та наголошено на необхідності подальшого нормативного вдосконалення для повноцінного функціонування ЄДЕССБ як цифрової платформи управління будівництвом в Україні.*

Ключові слова: *ЄДЕССБ; містобудівні нормативи; цифровізація; дозвільна документація.*

Сучасна система управління будівельною галуззю в Україні стрімко трансформується у напрямку цифровізації. Одним із ключових кроків у цьому

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

процесі стало впровадження Єдиної державної електронної системи у сфері будівництва (ЄДЕССБ) [1; 2]. Створення та впровадження цієї системи покликане забезпечити прозорість, ефективність і контроль на всіх етапах реалізації будівельних проєктів — від реєстрації намірів до прийняття об'єкта в експлуатацію [3].

В останні роки нормативно-правове регулювання у сфері містобудування зазнало значних змін. Особливу увагу було приділено вдосконаленню дозвільних процедур, боротьбі з корупційними ризиками, а також оптимізації життєвого циклу проєкту завдяки електронним сервісам ЄДЕССБ. Такі зміни є надзвичайно актуальними в умовах воєнного часу, коли важливо забезпечити відновлення інфраструктури та житлового фонду з дотриманням прозорих правил та цифрового обліку.

Ця стаття має на меті проаналізувати призначення та можливості ЄДЕССБ, висвітлити останні зміни в містобудівних нормативних актах, а також оцінити вплив цих змін на дозвільні процедури та загальний життєвий цикл будівельного проєкту. Дана робота також охоплює проблеми функціонування системи та перспективи її подальшого розвитку..

ЄДЕССБ — це Єдина державна електронна система у сфері будівництва, офіційно запроваджена на виконання Закону України «Про регулювання містобудівної діяльності» та інших нормативних актів. Її головна мета — забезпечити цифрову взаємодію між усіма учасниками будівельного процесу: забудовниками, проектувальниками, органами місцевого самоврядування, державними структурами, ліцензійними органами та ін.

Фактично, ЄДЕССБ є платформою, яка об'єднує в собі функціонал для ведення містобудівного кадастру, подачі дозвільної документації, моніторингу процесів та зберігання усієї інформації про об'єкти будівництва у цифровій формі.

Основні цілі створення ЄДЕССБ включають:

- Підвищення прозорості містобудівної діяльності;
- Спрощення дозвільних процедур та зменшення контакту громадянина з чиновником;
- Цифрову трансформацію будівельного процесу;
- Формування єдиної бази даних про будівництво в Україні;
- Моніторинг та контроль за реалізацією будівельних проектів.

Система покликана викорінити бюрократичні бар'єри, скоротити строки отримання дозволів, мінімізувати людський фактор та унеможливити несанкціоновані зміни в дозвільній документації.

ЄДЕССБ функціонує як інтегрований елемент електронного урядування. Вона з'єднана з рядом інших державних платформ та реєстрів, зокрема:

- ЄДР (Єдиний державний реєстр юридичних осіб та фізичних осіб-підприємців);
- Державний земельний кадастр;
- Державний реєстр речових прав на нерухоме майно;
- Реєстр адрес;
- Електронна система публічних закупівель Prozorro;
- Портал Дія.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Завдяки такій інтеграції, дані, які раніше необхідно було подавати окремо в різні інстанції, тепер підтверджуються автоматично — що зменшує кількість помилок і зловживань.

У 2023–2024 роках в Україні активно оновлюється законодавча база у сфері містобудування, зокрема у частині функціонування ЄДЕССБ. Основні зміни закріплені в таких нормативних актах:

- Закон України № 199-IX «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо удосконалення системи містобудівної діяльності»;
- Постанова Кабінету Міністрів України № 681 від 23.06.2021 (в редакціях 2023–2024 рр.), яка затверджує Порядок функціонування ЄДЕССБ [4; 5; 6];
- Закон України № 3200-IX (набрав чинності у 2023 р.) — щодо цифрової взаємодії ЄДЕССБ з іншими реєстрами.

Ці зміни деталізують структуру системи, її інформаційне наповнення, регламент роботи користувачів та органів влади, а також встановлюють нові правила обміну даними й верифікації інформації.

Поряд із загальними законодавчими актами, Мінрегіон та КМУ регулярно оновлюють підзаконні акти, які регламентують порядок подання документів, формування електронних повідомлень, декларацій, заяв та рішень у межах ЄДЕССБ.

Серед ключових нововведень:

- Встановлено електронні форми дозвільної документації (повідомлення про початок робіт, декларації про готовність, сертифікати).
- Упроваджено вимоги до цифрових підписів та електронної ідентифікації учасників.
- Визначено правила внесення інформації про виконавців будівельних робіт, технічний нагляд, авторський нагляд тощо.

Ці документи є відкритими й публікуються на вебпорталі ДІАМ (Державна інспекція архітектури та містобудування України).

Від оновлень нормативної бази найбільше виграли:

- Забудовники — завдяки можливості подати документи онлайн та відслідковувати статус дозволу без відвідування установ;
- Проектувальники — мають доступ до шаблонів, довідників та електронних архівів;
- Органи місцевого самоврядування — отримали зручний інструмент для погодження документації;
- Контролюючі органи — можуть швидше реагувати на порушення завдяки доступу до цифрових даних у реальному часі.

З іншого боку, зростає відповідальність за правильність і достовірність поданої інформації, адже система фіксує кожну дію, і вся інформація має юридичну силу.

Роль системи у поданні та обробці дозвільної документації. ЄДЕССБ суттєво змінила підхід до подання та обробки дозвільних документів у сфері будівництва. Якщо раніше подання заяви чи декларації вимагало фізичного відвідування ЦНАПів або державних установ, то тепер цей процес відбувається виключно в електронній формі.

Користувач (забудовник, проектувальник або уповноважена особа) має можливість створити електронний кабінет у ЄДЕССБ, завантажити необхідні

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

документи, підписати їх КЕП (кваліфікованим електронним підписом) і відправити на розгляд. Усі подані документи автоматично реєструються, отримують унікальний ідентифікатор та зберігаються в електронному архіві.

Електронні сервіси ЄДЕССБ (повідомлення, декларації, дозволи). Наразі через ЄДЕССБ можна здійснювати подання таких основних форм дозвільних документів:

- Повідомлення про початок виконання будівельних робіт;
- Декларація про готовність об'єкта до експлуатації;
- Заява про отримання дозволу на виконання будівельних робіт;
- Сертифікат відповідності (для об'єктів класу СС2 і СС3);
- Реєстрація права на виконання функцій технічного або авторського нагляду.

Усі ці послуги доступні 24/7 через онлайн-платформу system.dabi.gov.ua або портал ДІЯ. Після подання документів користувач може у реальному часі відстежувати статус обробки: «на розгляді», «прийнято», «повернуто з зауваженнями», «відмовлено» тощо.

Спрощення процедур для забудовника. Впровадження ЄДЕССБ значно спростило життя забудовникам і іншим учасникам ринку. Основні переваги:

- Мінімізація людського контакту, що знижує корупційні ризики;
- Автоматичне заповнення частини полів за рахунок інтеграції з іншими державними реєстрами (ЄДР, кадастр, реєстр прав);
- Цифрове зберігання всієї історії документації, що полегшує аудит і перевірки;
- Прозорість та контроль: усі дії системно фіксуються і є публічними (у межах прав доступу);
- Швидкість розгляду: більшість документів реєструються автоматично або протягом декількох днів.

Для об'єктів незначного класу наслідків (СС1) значна частина документів обробляється в автоматичному режимі без участі посадової особи.

ЄДЕССБ на етапі проєктування. На початковому етапі реалізації проєкту ЄДЕССБ дозволяє забудовнику та проектувальникам створити і зареєструвати містобудівну документацію в електронному вигляді. Це включає:

- містобудівні умови та обмеження;
- технічні умови підключення до інженерних мереж;
- інформацію з містобудівного кадастру;
- документацію про право користування земельною ділянкою.

Наявність електронного архіву дозволяє забезпечити послідовність усіх етапів — від містобудівного розрахунку до затвердженого проєкту будівництва. Проектувальники отримують доступ до матеріалів через особистий кабінет та можуть оперативно взаємодіяти з іншими учасниками.

Контроль за виконанням будівельних робіт. Після затвердження проєктної документації та отримання дозволу на виконання робіт, система супроводжує проєкт протягом усього етапу будівництва. Зокрема:

- виконується фіксація інформації про відповідальних осіб (підрядників, технічний нагляд, авторський нагляд);
- реєструються звіти та акти проміжного контролю;

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

• зазначаються зміни до проєкту, якщо вони відбуваються у процесі виконання робіт.

Для органів нагляду це відкриває можливість віддаленого моніторингу проєкту, а для забудовника — забезпечує зручний доступ до всієї історії дій і рішень.

Прийняття в експлуатацію через ЄДЕССБ. Завершальним етапом життєвого циклу будівельного проєкту є введення об'єкта в експлуатацію. Через ЄДЕССБ подаються такі документи:

• Декларація про готовність (для об'єктів класу СС1);
• Сертифікат (для об'єктів СС2 і СС3);
• Повідомлення про готовність до експлуатації.

Система автоматично перевіряє відповідність усіх попередніх етапів: дозвільних документів, ліцензій, відповідальних виконавців. Після прийняття в експлуатацію в ЄДЕССБ зберігається повний цифровий досьє об'єкта, що є юридично значущим джерелом для подальших операцій із нерухомістю (реєстрація, продаж, іпотека тощо).

Технічні та юридичні труднощі. Незважаючи на очевидні переваги цифровізації, процес упровадження та роботи з ЄДЕССБ супроводжується низкою викликів. Найпоширеніші з них:

• Технічні збої в роботі системи, особливо в години пікового навантаження;
• Нестабільна інтеграція з іншими реєстрами (наприклад, із земельним кадастром або реєстром прав власності);
• Недостатня кількість інструкцій та методичних рекомендацій, особливо для користувачів на місцях;
• Проблеми з КЕП — складнощі підпису або валідації документів через різні сервіси.

Також варто зазначити, що в окремих випадках законодавча база або суперечить практиці, або запроваджується швидше, ніж адаптуються органи влади та професійне середовище.

Реакція професійного середовища. Учасники ринку містобудування — архітектори, проектувальники, інженери, представники місцевих рад — переважно позитивно оцінюють запуск ЄДЕССБ. Основні переваги, які відзначають фахівці:

• зручність обміну інформацією;
• швидкість подання та обробки документів;
• можливість дистанційної роботи.

Проте на практиці багато хто стикається з кадровими та освітніми труднощами: не всі посадові особи, особливо в невеликих громадах, мають достатню кваліфікацію або технічне забезпечення для роботи з системою.

Можливості для цифрової трансформації галузі. Попри всі виклики, ЄДЕССБ має значний потенціал для трансформації будівельної галузі в Україні. У перспективі система може бути розширена та вдосконалена у таких напрямах:

• Автоматизація погоджень між різними органами влади;
• Інтеграція з BIM-моделями (Building Information Modeling) для об'єктів складної забудови;

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

• Запровадження інструментів аналітики для виявлення типових помилок або затримок у проєктах;

• Повна прозорість ринку будівництва, включаючи рейтингування забудовників, моніторинг дотримання норм тощо.

Також передбачено можливість експорту та перенесення даних з ЄДЕССБ до інших систем управління містом, що підвищить ефективність планування територій, обліку нерухомості, енергоменеджменту та містобудівного аналізу [7].

Впровадження Єдиної державної електронної системи у сфері будівництва (ЄДЕССБ) стало важливим етапом цифрової трансформації будівельної галузі України. Завдяки цій системі вдалося зробити дозвільні процедури більш прозорими, доступними та контрольованими. Вона дозволяє забезпечити безперервний електронний супровід будівельного проєкту на всіх етапах його життєвого циклу — від проєктування до введення об'єкта в експлуатацію. Зокрема, впровадження даної системи дало можливість встановити вплив деяких проектних рішень на клас енергетичної ефективності будівлі, що в свою чергу наведено в статті [8] та [9].

Останні зміни в нормативно-правовому полі, що стосуються містобудування та функціонування ЄДЕССБ, свідчать про прагнення держави мінімізувати адміністративний тиск, знизити корупційні ризики та створити єдину цифрову базу для моніторингу забудови в країні.

Попри низку технічних та організаційних проблем, професійна спільнота в цілому позитивно сприймає нововведення. Очікується, що подальший розвиток ЄДЕССБ, її інтеграція з іншими державними реєстрами та впровадження інтелектуальних інструментів дадуть змогу зробити будівельну сферу ще більш ефективною, безпечною та відкритою.

Таким чином, ЄДЕССБ уже сьогодні демонструє реальні результати в автоматизації містобудівної діяльності та є перспективним інструментом для майбутнього розвитку галузі.

Список використаних джерел:

[1] Буга В. В. Державна політика щодо запобігання правопорушенням у сфері будівництва в україні. Kyiv law journal. 2024. № 4. С. 45–51. URL: https://doi.org/10.32782/klj/2023.4.7.

[2] Гульчук Є. О. Деякі аспекти впровадження та функціонування в україні єдиної державної електронної системи у сфері будівництва. Law and public administration. 2022. № 3. С. 380–384. URL: https://doi.org/10.32782/pdu.2022.3.58.

[3] Марушева О., Медведчук О. Деякі аспекти запровадження єдиної державної електронної системи у сфері будівництва. Наукові інновації та передові технології. 2021. № 2 (2). URL: https://doi.org/10.52058/2786-5274-2021-2(2)-46-60.

[4] Про внесення змін до Порядку ведення Єдиної державної електронної системи у сфері будівництва: Постанова Каб. Міністрів України від 01.07.2022 № 747. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/747-2022-п#Text.

[5] Про внесення змін до Порядку ведення Єдиної державної електронної системи у сфері будівництва : Постанова Каб. Міністрів України від 13.02.2024 № 166. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/166-2024-п#Text.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[6] Про внесення змін до постанов Кабінету Міністрів України від 23 травня 2011 р. № 554 і від 23 червня 2021 р. № 681 : Постанова Каб. Міністрів України від 19.01.2024 № 62. URL:https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/62-2024-п#Text.
[7] Технічні вимоги до модернізації ЄДЕССБ : Держ. реєстр реч. прав. Фонд Сх. Європа. URL: https://eef.org.ua/wp-content/uploads/2024/11/TV_EDESSB-modernizatsiya.pdf.
[8] Погосов, О., Пасічник, П., & Кулінко, Є. (2023). Вплив деяких проектних рішень на клас енергетичної ефективності будівлі. *Collection of scientific papers «SCIENTIA»*, (December 22, 2023; Coventry, UK), 214-217.
[9] Погосов, О., Скочко, В., Солонніков, В., Кириченко, М. та Чепурна, Н. (2024). Огляд та концепція пасивного індивідуального житлового будівництва для помірно-континентального клімату. *Архітектурні дослідження* , *2* (10), 14-24.

EDESSC. RECENT CHANGES IN URBAN PLANNING REGULATIONS

SCIENTIFIC RESEARCH GROUP:
Oleksandr Pohosov
PhD (Candidate of Technical Science),
Associate Professor of the Department of Heat Engineering
Kyiv National University of Construction and Architecture, Ukraine
Kristina Gaba
PhD (Candidate of Technical Science),
Associate Professor of the Department of Heat Engineering
Kyiv National University of Construction and Architecture, Ukraine
Larysa Pashkova
Senior Lecturer at the Department of Heat Engineering
Kyiv National University of Construction and Architecture, Ukraine
Andrii Doroshenko
Leading Engineer of the Department of Heat Engineering
Kyiv National University of Construction and Architecture, Ukraine

Summary. *The author examines the latest changes in the legal framework governing the functioning of the Unified State Electronic System in the Field of Construction (EDESSC). The author analyzes the current updates to urban planning regulations, in particular, the changed requirements for the procedures for registration and approval of project documentation, the introduction of new classifiers, and the increased level of digitalization in urban planning processes. The author establishes that the changes are aimed at simplifying administrative procedures, ensuring transparency, preventing corruption risks, and increasing the efficiency of interagency cooperation. The author outlines the practical aspects of implementing the innovations, in particular, the adaptation of urban development entities to the updated functionality of the system, as well as the impact of changes on the circulation of permits, maintenance of registers and publicity of information. Potential challenges associated with the integration of new provisions into current practice are explored, and the need for further regulatory improvement is emphasized for the full functioning of the EDESSC as a digital construction management platform in Ukraine.*
Keywords: *EDESSC; urban planning standards; digitalization; permits.*

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ARTICLE

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.089

МЕТОДИКА РОЗУМНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ГОТЕЛІВ: ПРОСТІР, ЩО АДАПТУЄТЬСЯ ДО ПОТРЕБ

Чабан Єлизавета Сергіївна
архітектор, дизайнер архітектурного середовища,
засновниця
Cavus Design Group, Україна

Криворучко Наталя Іванівна
кандидат архітектури, доцент,
доцент кафедри архітектури будівель і споруд
Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, Україна

Анотація. *Стаття присвячена дослідженню принципів і практичних рішень розумного проектування готелів з урахуванням сучасних викликів у сфері архітектури, туризму та користувацького досвіду. У центрі уваги - концепція простору, що адаптується до індивідуальних і змінюваних потреб гостей, забезпечує комфорт, приватність, ефективність обслуговування й водночас зберігає гармонійний зв'язок із природним середовищем. На прикладі готельного комплексу, розташованого в прибережній зоні Київського водосховища, проаналізовано функціональні та естетичні аспекти адаптивного планування. Проект реалізовано з урахуванням сценарного зонування, поділу потоків користувачів, біофільного дизайну, застосування натуральних матеріалів, мінімального втручання у ландшафт і створення зон різного рівня взаємодії – від активного дозвілля до повного усамітнення. Особливу увагу приділено плануванню головного корпусу з інтеграцією публічних, робочих і житлових просторів, ергономіці номерного фонду, організації простору для workation, розміщенню індивідуальних вілл, які забезпечують максимальну приватність. Інтер'єри витримано в стилі сучасного мінімалізму з елементами біофілії, що сприяє психологічному комфорту та відчуттю присутності в природі. Описані архітектурні рішення підкреслюють важливість логістичної ізоляції сервісних і гостьових маршрутів, мультифункціональності елементів забудови та можливості масштабування концепції на інші природні регіони України. Запропонована методика може стати основою для формування нової архітектурної парадигми вітчизняного готельного дизайну, орієнтованої на сталість, контекст, комфорт, технологічність і людину як головну цінність. Висновки дослідження можуть бути використані у практиці, освітніх програмах і стратегічному плануванні сталого туризму.*

Ключові слова: *адаптивність; готельний дизайн; розумне проєктування; сценарне зонування; користувацький досвід.*

Постановка проблеми. Сучасне готельне проектування стикається з новими багаторівневими викликами, зумовленими трансформацією соціальних

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

і економічних умов, розвитком цифрових технологій, зміною моделей поведінки споживачів та актуалізацією питань сталого розвитку. Постпандемічний період позначився зростанням попиту на приватні, безпечні та гнучкі простори, що одночасно відповідають вимогам комфорту, безпеки та автономності. Користувачі очікують від готельного середовища більшої адаптивності - як у плані функціонального наповнення, так і з погляду емоційного комфорту та можливості обирати бажаний рівень соціальної взаємодії.

Окрім того, зростає попит на простори, інтегровані з природою, які створюють умови для відновлення психоемоційного балансу. Ці запити особливо актуалізуються для готелів, розташованих у природних локаціях - прибережних, лісових, гірських, де архітектурне рішення має враховувати як екологічні, так і психологічні чинники. Водночас існує потреба у поєднанні приватності з сервісною доступністю, а також у просторових сценаріях, що здатні адаптуватися до змін мети перебування гостей - від релаксації до віддаленої роботи. Така багатофакторність потребує нових підходів до проектування готелів, заснованих на принципах гнучкості, сценарності, технологічності та контекстної чутливості.

Аналіз досліджень та публікацій. В останні роки українські науковці дедалі активніше досліджують питання біофільних і адаптивних підходів в архітектурі готельних об'єктів. Так, у статті Світлани Кривуц «Принципи біофільного дизайну в формуванні території готельних комплексів» звернено увагу на терапевтичний ефект природного середовища, багатоаспектність застосування природних компонентів та їхній вплив на якість перебування гостей [1].

Кандидатська дисертація Оксани Ковальської «Архітектурно-планувальна організація готелів» зосереджена на типології та просторовому формуванні українських готелів, з особливим урахуванням архітектурних норм, функціональних зон та перспективних напрямів розвитку в контексті ДБН [2].

Дослідження Юлії Шаталюк щодо адаптивної архітектури в міському середовищі формалізує принципи адаптивності, класифікацію інженерних рішень і фактори сталого розвитку, що можуть бути застосовані при формуванні готельних комплексів адаптивного типу [3].

Разом ці праці створюють ґрунтовну основу для наукового обґрунтування адаптивного, біофільного і контекстуально орієнтованого проектування готельних просторів. Водночас чітко простежується необхідність інтеграції підходів до типових готелів і природних локацій, що є концептуальним підґрунтям для запропонованої методики та й зумовлює важливість її апробації в українських умовах.

Мета роботи – проаналізувати методику розумного проектування адаптивного готельного простору на прикладі бутик-готелю, спроектованого в Київській області в прибережній зоні Київського водосховища.

Виклад основного матеріалу. Поняття розумного простору у сучасній архітектурі передбачає створення середовища, здатного підлаштовуватись під потреби різних груп користувачів у реальному часі. Це реалізується завдяки гнучкому плануванню, трансформованим елементам інтер'єру та продуманому

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

функціональному зонуванню. У готельному дизайні адаптивність виявляється у можливості комбінування приватних і публічних зон, у багатофункціональності приміщень, у передбаченні різних сценаріїв використання [1; 2].

Просторова гнучкість і якісний user experience стають ключовими принципами проектування готелів нового покоління. Мультимодальність - поєднання різних функцій і можливостей в одному просторі - особливо актуальна для об'єктів у природних умовах, де важливо зберігати баланс між комфортом і мінімальним втручанням у середовище [3].

Серед актуальних підходів до проектування готелів у прибережних зонах можна виділити орієнтацію на локальний контекст, інтеграцію з ландшафтом, застосування природних матеріалів і створення екоорієнтованої інфраструктури [4].

Дослідження виконане у форматі case study та ґрунтується на аналізі реального архітектурного проекту - готельного комплексу в прибережній зоні Київського водосховища (Київська область). Методологія передбачала комплексне вивчення процесу проектування й прийнятих рішень на всіх стадіях: від концепції до розробки робочої документації.

Основними джерелами дослідження стали проектна документація (схема генерального плану, схема функціонального зонування, ситуаційна схема, схеми руху потоків, плани поверхів головного корпусу), 3D-візуалізації (індивідуальних домиків, номерного фонду, лобі, ресторану, корпусів), а також фотоматеріали з території проектування.

На схемі генерального плану (площа ділянки - 1,0689 га, площа забудови - 2,146 м², щільність забудови - 20 %, площа озеленення - 5,853 м², щільність покриття - 23,1 %) відображено інтеграцію об'єкта у ландшафт і функціональний поділ на гостьову, рекреаційну, сервісну й адміністративну зони (рис. 1).

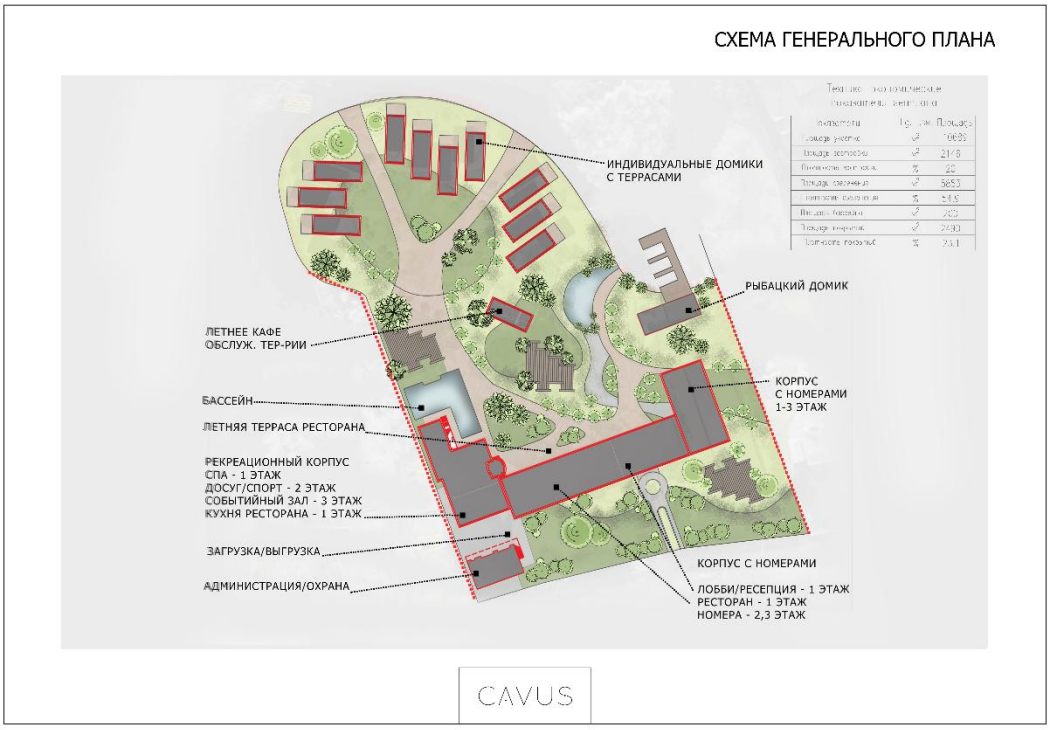


Рис. 1. Схема генерального плану

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Функціональне зонування демонструє поділ на простори активного й пасивного відпочинку, включаючи рекреаційні зони біля домиків, літній басейн, тераси ресторану й бару, а також тихі зони для релаксу (рис. 2).

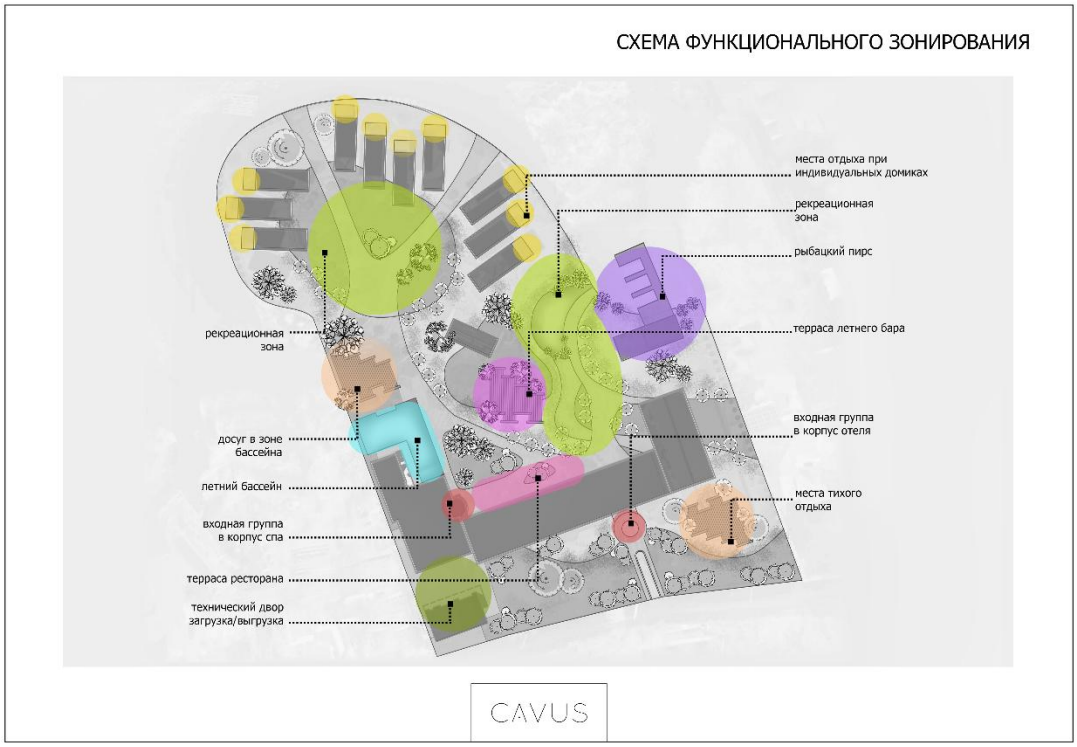


Рис. 2. Схема функціонального зонування

Автор дослідження виступав головним архітектором проекту та був безпосередньо залучений до всіх етапів реалізації - від формування архітектурної концепції й просторової організації до погодження з замовником та участі в авторському нагляді за проектом. Такий підхід дозволив забезпечити максимальну відповідність рішень поставленим завданням і сучасним вимогам готельного проектування.

Готельний комплекс розташований у прибережній зоні Київського водосховища (Київського моря), що визначило ключові підходи до територіального планування. Ситуаційна схема демонструє прив'язку комплексу до існуючих природних контурів і водного об'єкта, що дозволило максимально зберегти ландшафт та органічно інтегрувати будівлі й інфраструктуру в оточення (рис. 3).

Основна забудова зосереджена у центральній і південній частинах ділянки, що дозволяє зберегти відкриті рекреаційні простори та видові коридори на водну поверхню. Головний корпус із номерами, рестораном і лобі поєднаний із рекреаційним корпусом, а групи індивідуальних котеджів з терасами розташовані ближче до північного краю ділянки, створюючи простір підвищеної приватності.

Функціональне зонування території (рис. 2) передбачає чіткий поділ на:

- гостьову зону - головний корпус із лобі, рестораном, номерами та рекреаційними функціями;

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

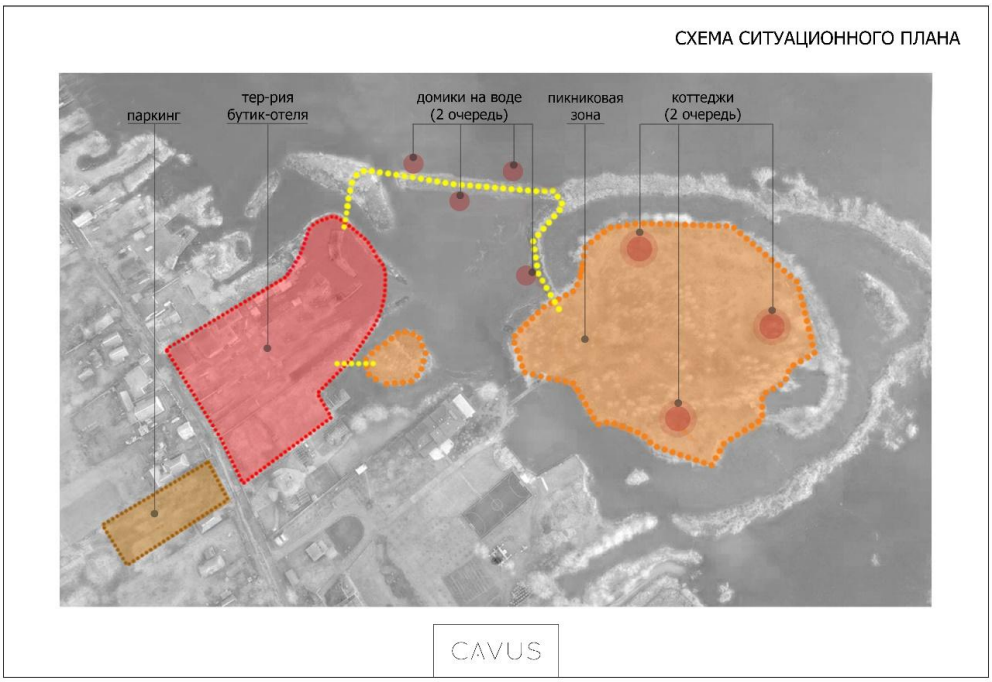


Рис. 3. Схема ситуаційного плану

• сервісну зону - адміністративно-технічні приміщення, зону завантаження/вивантаження, технічний двір;

• зону приватних котеджів - групи окремих будиночків із власними терасами й зонами відпочинку;

• рекреаційні простори - як активні (басейн, спортивно-дозвіллєвий блок, літнє кафе), так і пасивні (тихі зони відпочинку, рибацький пірс, прогулянкові алеї).

Рішення щодо організації потоків забезпечують ізоляцію гостьових і сервісних маршрутів, підвищуючи комфорт перебування гостей і ефективність експлуатації об'єкта. Планувальні рішення відображають інтеграцію комплексу у природне середовище з мінімальним втручанням у існуючий ландшафт (рис. 4).

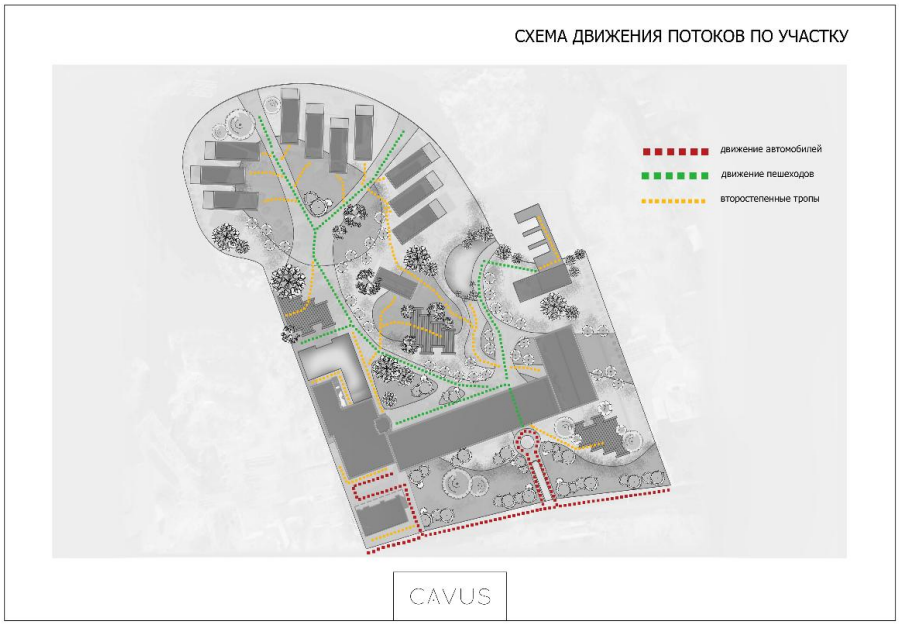


Рис. 4. Схема руху потоків по ділянці

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Раціональна організація простору в межах готельного комплексу передбачає чітке функціональне зонування та продумане розмежування потоків користувачів, що є критично важливим для забезпечення комфортного обслуговування, приватності гостей та ефективної експлуатації об’єкта. На основі аналізу схеми руху потоків та функціонального зонування, виділено чотири основні категорії користувачів: гостьовий, VIP, сервісний та потік персоналу.

Основна категорія користувачів формує гостьовий пішохідний потік, маршрути якого організовано між основними об'єктами комплексу - головним корпусом, зоною СПА, відкритим басейном, ресторанною терасою, рекреаційними просторами та зонами дозвілля. Схема пішохідного руху (позначена зеленим пунктиром) передбачає плавні, безпечні та візуально відкриті маршрути, що виключають перетин із транспортними або сервісними потоками. Таким чином, забезпечується зручна навігація територією, з максимальним урахуванням потреб користувача.

VIP-користувачі розміщуються в окремих індивідуальних котеджах, які розташовані в периферійній частині ділянки з підвищеним рівнем приватності. Для них передбачено окремі пішохідні маршрути, що ведуть до центральної частини комплексу (лобі, ресторан, СПА), але не перетинаються з маршрутами обслуговуючого персоналу. Згідно з функціональним зонуванням, VIP-зони інтегруються до рекреаційного середовища: терас, зелених насаджень, місць для усамітнення та релаксації.

Автомобільний сервісний потік (позначений червоним пунктиром) забезпечує логістику матеріального постачання, завантаження/вивантаження продуктів та технічного обладнання. Для цього організовано окремий в’їзд на територію з доступом до технічного двору, розташованого на периферії об'єкта - поруч із службовими входами до ресторану та СПА. Сервісна інфраструктура чітко ізольована від маршрутів гостей, що мінімізує візуальний контакт та шумове навантаження.

Потік переміщення персоналу поєднано із сервісною логістикою. Забезпечено прямі маршрути між технічним двором, допоміжними приміщеннями, службовими входами до основного корпусу, зони харчування та адміністративного контролю. Такий підхід дозволяє уникати перетинів із пішохідними маршрутами гостей та підтримувати високий рівень внутрішньої операційної ефективності.

Просторово-функціональна структура готельного комплексу передбачає ефективну взаємодію різних типів користувачів через їх просторову та логістичну сегрегацію. Сервісні маршрути ізольовані від гостьових та VIP-зон, що відповідає сучасним стандартам гостинності. Такий підхід сприяє формуванню якісного середовища для відпочинку, мінімізуючи конфлікти у використанні простору й забезпечуючи безперервне функціонування інфраструктури.

Планувальна структура головного корпусу орієнтована на створення функціонально зручного та естетично привабливого простору, що поєднує публічні зони, робочі простори та номерний фонд. У центральній частині корпусу розміщені публічні простори, зокрема просторе лобі, лаунж-зона для

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

відпочинку гостей, а також ресторан з великим склінням, що забезпечує природне освітлення та візуальний зв'язок із зовнішнім середовищем.

Для забезпечення умов для ділової активності у будівлі передбачено функціональні зони для роботи - коворкінг та конференц-кімната, які вирізняються ергономічним інтер'єром та сучасним технічним оснащенням. Вони розташовані в доступних зонах, що забезпечують зручне переміщення для гостей та учасників заходів.



Рис. 5. Візуалізація типового номеру

Номерний фонд організовано на трьох поверхах будівлі з чітким ритмом розміщення номерів уздовж фасаду, що дозволяє кожному з них мати великі панорамні вікна та балкони. Типове планування номерів передбачає поєднання спальні з вітальнею зоною, санвузлом та зоною зберігання. Інтер'єри витримані у сучасному стилі з використанням природних матеріалів, що відповідає загальній архітектурній концепції будівлі (рис. 5).

Інтер'єр головного корпусу готельного комплексу реалізований у стилі сучасного мінімалізму з елементами біофільного дизайну, де центральним завданням стало створення гармонійного простору для відпочинку, спілкування та відчуття близькості до природи (рис. 6). Велике значення надано панорамному склінню, що відкриває розгорнуті краєвиди на природний ландшафт і максимально інтегрує інтер'єр у зовнішнє середовище.

У лобі переважають натуральні текстури: дерев'яні стелі з теплим відтінком, підлоги з світлого дерева, декоративні панелі з темного каменю та м'яке килимове покриття з графічним візерунком (рис. 7). Кольорова палітра витримана в природних, спокійних тонах - беж, графіт, сірий, охра, які підсилюють відчуття тепла та затишку. Основні меблі - елегантні дивани, крісла з округлими формами, невисокі столики - поєднують естетику й ергономіку.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License



Рис. 6. Візуалізація корпусу

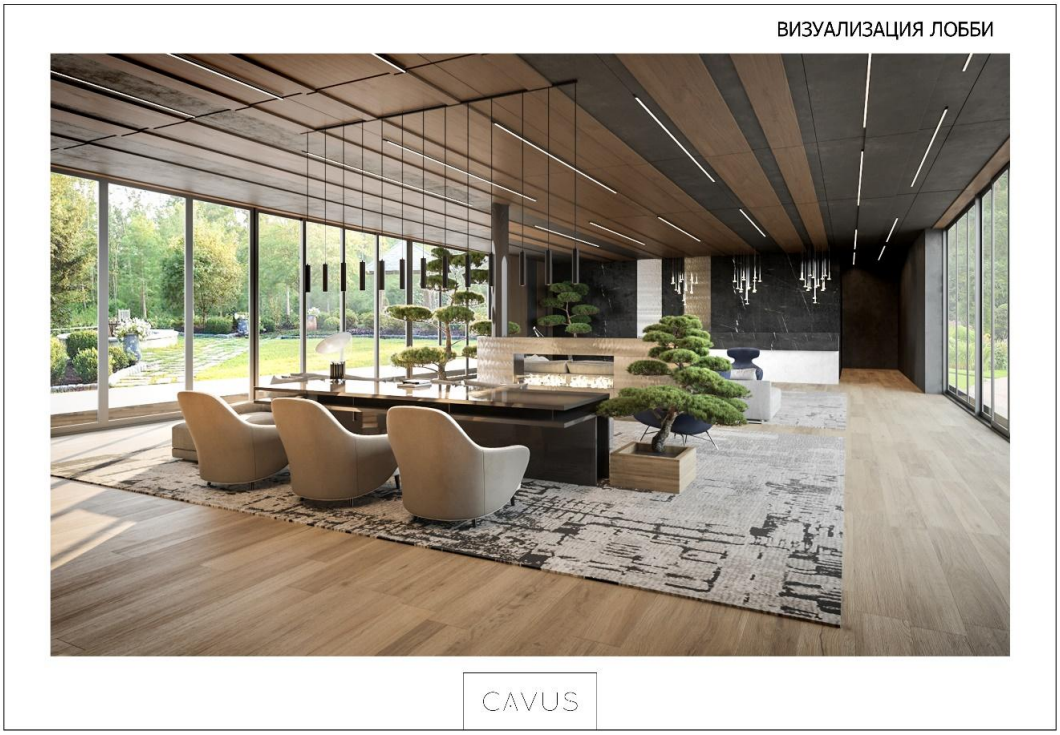


Рис. 7. Візуалізація лобі

Простір організовано відкрито і логічно, з чітким зонуванням: зона рецепції, лаунж-зона та простір для неформального спілкування, об'єднані єдиною естетикою. Візуальним акцентом виступають композиції із зелених насаджень у вигляді бонсай, які підкреслюють біофільний підхід і додають композиційної глибини.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Освітлення реалізоване у вигляді лінійних світильників, вмонтованих у стелю, а також дизайнерських підвісів над зонами відпочинку, що створює м'яку багаторівневу світлову атмосферу. Світло грає роль не лише функціонального елементу, а й засобу емоційного впливу, формуючи відчуття спокою, безпеки та сучасної елегантності.

У цілому, інтер'єр головного корпусу - це приклад балансу між технологічністю, природністю та комфортом, де кожна деталь спрямована на створення простору для відновлення та внутрішньої рівноваги.

Типова готельна кімната розроблена як універсальний простір для індивідуального комфорту гостя, із максимальною увагою до адаптивності, ергономіки та естетичної цілісності. Планувальна структура номеру компактна, але продумана до деталей: спальня, робоча зона, зона відпочинку, ванна кімната - все об'єднано в єдиному функціональному обсязі без перевантаження простору.

Інтер'єр витримано у спокійній природній палітрі - поєднання теплих дерев'яних поверхонь, м'яких текстур сіро-бежевих тонів і контрастних акцентів у вигляді темно-зеленого текстилю та декоративних елементів. Однією з ключових дизайнерських особливостей є декоративна перегородка з вертикальних ламелей, яка зберігає відкритість простору, водночас створюючи візуальне зонування між спальнею та міні-вітальнею.

Меблювання підібране з урахуванням ергономічності та трансформаційності - зручне ліжко з м'яким узголів'ям, вбудоване робоче місце з достатнім освітленням, вміщувальні шафи та полиці, мінімалістичні тумби. Кожен предмет інтер'єру спрямований на забезпечення зручності й індивідуальної свободи гостя.

Освітлення багаторівневе: природне світло проникає через великі вікна з напівпрозорими шторами, а ввечері простір перетворюється завдяки комбінації точкових світильників, прихованого LED-підсвічування й локальних настільних ламп. Такий підхід дозволяє адаптувати атмосферу кімнати відповідно до часу доби та настрою мешканця.

Окрему увагу приділено звукоізоляції та приватності, що забезпечують тишу й комфорт навіть у щільній забудові. Ванна кімната виконана в світлих тонах з якісною сантехнікою, подвійним умивальником і окремою душовою та ванною - це відповідає вимогам готельного класу вищої категорії.

Таким чином, типовий номер поєднує функціональність і візуальну стриманість, забезпечуючи збалансоване середовище для відпочинку, роботи й релаксації.

Окремі будиночки готельного комплексу - це просторово відокремлені вілли, розташовані в найбільш мальовничій частині ділянки, уздовж берегової лінії Київського водосховища. Архітектурна концепція підпорядкована ідеї максимальної приватності та занурення у природу, що особливо важливо для гостей, які шукають тишу, спокій і відновлення.

У кожній віллі передбачено панорамне скління, яке забезпечує візуальний контакт із водною гладдю, деревами та неба, дозволяючи природному середовищу буквально "входити" в інтер'єр. Просторові тераси, індивідуальні входи, ізольовані подвір'я та зелені зони між будинками створюють умови, у

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License



Рис. 8. Візуалізація індивідуальних окремих будиночків

яких приватність не потребує фізичних бар'єрів - її забезпечує сама геометрія і ландшафтне планування.

Архітектурна мова будиночків лаконічна, з акцентом на натуральні матеріали - дерево, камінь, скло. Це не лише екологічно доцільно, а й створює візуальну інтеграцію з природою. Завдяки використанню оздоблення у м'якій природній палітрі, об'єкти не домінують у пейзажі, а навпаки - зливаються з ним, підтримуючи атмосферу усамітнення.

Кожен будиночок обладнано з урахуванням індивідуальних потреб користувача - вільне планування, зони для роботи, відпочинку, сну, а також можливість відкриття простору на вулицю через розсувні системи. Це створює гнучке середовище, яке адаптується до настрою та ритму гостя.

Таким чином, вілли готельного комплексу - це не просто житлові одиниці, а інструменти глибокого контакту з природою, які забезпечують повну свободу в межах обмеженого простору.

Проект готельного комплексу сформовано на основі принципів адаптивності, сценарного зонування та поділу потоків, що дозволяє ефективно поєднати комфорт індивідуального перебування з високими стандартами просторової організації.

Загальне планування території базується на гнучкому використанні простору: усі зони - від приватних вілл до загальних лаунж-майданчиків - логічно взаємопов'язані, але водночас можуть функціонувати незалежно. Це досягнуто завдяки модульній структурі забудови, де кожна функціональна група (корпуси з номерами, окремі будиночки, СПА-комплекс, ресторан, зона басейну, адміністративні приміщення) має чітко визначену позицію та автономію.

Зонування за сценаріями використання реалізовано через поділ території на: активну (басейн, спорт, ресторан), напівприватну (тераси, лаунж-зони) та приватну (вілли з терасами, рекреаційна зелена зона). Такий підхід дає змогу гостям самостійно обирати рівень взаємодії з простором залежно від мети перебування - від усамітнення до активного дозвілля.

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Розділення потоків забезпечено окремими маршрутами для гостей, персоналу, технічного обслуговування та транспорту. Схема руху продумана так, щоб технічні потоки (зона навантаження, кухня, охорона) не перетинались із маршрутами гостей, що підвищує рівень комфорту й безпеки.

Архітектурно-просторові рішення сформовані у відповідь на нові запити користувачів - поєднання готельного сервісу з приватністю, робочих та відпочинкових сценаріїв. Кожна будівля або елемент комплексу дає можливість гнучкого використання: номери мають робочі місця та зони релаксу, тераси можуть працювати як відкриті лаунжі, а рекреаційна зелена зона виконує як естетичну, так і психо-емоційну функцію.

Окрема увага приділена емоційному зв'язку з природою: велика кількість панорамного скління, відкриті видові точки, зелений каркас території та тактильні натуральні матеріали сприяють відчуттю спокою, присутності в середовищі, а не поза ним.

Архітектура комплексу формує візуально виразний і водночас стриманий образ, у якому домінують природні текстури, горизонтальні лінії, чиста геометрія. Такий підхід закріплює в уявленні клієнта асоціації з статусом, тишою, якістю та свідомим туризмом. Простота форм у поєднанні з глибоким змістом рішень - це архітектурна мова, яка перетворює готель на бренд, що відрізняється від масових курортів, апелюючи до індивідуальності й турботи про людину.

Висновки та пропозиції. Проект готельного комплексу в прибережній зоні Київського водосховища демонструє практичну реалізацію принципів адаптивного готельного дизайну, який відповідає сучасним викликам архітектурного середовища. Однією з ключових переваг такого підходу є здатність простору підлаштовуватись під потреби різних користувачів – від індивідуальних мандрівників до гостей, які поєднують роботу з відпочинком у форматі «workation».

Комплекс відзначається високим ступенем інтеграції в природне середовище, з мінімальним втручанням у ландшафт, чітким зонуванням функцій та ізоляцією потоків. Це дозволяє забезпечити комфорт, приватність, тишу та при цьому – безперервність обслуговування. Гнучка планувальна структура, адаптивність інтер'єрів, мультимодальність номерного фонду, наявність індивідуальних вілл і загальних рекреаційних просторів – усе це свідчить про високу функціональну ефективність проекту.

Проект демонструє синтез архітектурного мислення, естетики та технологічної грамотності. Архітектурна мова комплексу балансує між сучасною стриманістю та природною теплотою – що сприяє формуванню цілісного бренду, який апелює до відчуття турботи, безпеки, спокою й ментального комфорту.

Запропонована методика має потенціал масштабування на інші природні локації України, зокрема гірські, озерні та лісові регіони, де адаптивність, екологічна чутливість і просторовий комфорт є визначальними. Доцільним є впровадження стандартів розумного проектування у професійну архітектурну практику та розробка типових рішень, що враховують сценарне зонування, поділ потоків і біофільний підхід. Такий напрям сприятиме створенню нової парадигми готельного дизайну, орієнтованої на людину, контекст і якість взаємодії з простором, а також формуванню вітчизняних готельних брендів,

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

здатних конкурувати на глобальному ринку завдяки індивідуальності, комфортності та відповідальному ставленню до довкілля.

Список використаних джерел:

[1] Кривуц, С. В. (2024). Принципи біофільного дизайну в формуванні території готельних комплексів. Український мистецтвознавчий дискурс, (1), 123–128. https://doi.org/10.32782/uad.2024.1.15
[2] Ковальська, О. Є. (2012). Архітектурно-планувальна організація готелів (на прикладі крупніших міст України) (Кандидатська дисертація). Київський національний університет будівництва і архітектури. https://uacademic.info/ua/document/0412U003915
[3] Шаталюк, Ю. В. (2018). Принципи формування адаптивної архітектури в контексті сталого розвитку міського середовища (Кандидатська дисертація). Харківський національний університет будівництва та архітектури. https://uacademic.info/ua/document/0418U001416

SMART HOTEL DESIGN METHODOLOGY: A SPACE THAT ADAPTS TO NEEDS

Chaban Yelyzaveta
architect, architectural designer,
founder
Cavus Design Group, Ukraine
Kryvoruchko Nataliia
candidate of architecture, associate professor,
associate professor of the Department of Architecture of Buildings and Structures
O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine

Summary. *The article explores the principles and practical solutions of smart hotel design in response to contemporary challenges in architecture, tourism, and user experience. The central focus is the concept of adaptable space that responds to the individual and changing needs of guests, ensuring comfort, privacy, operational efficiency, and maintaining a harmonious connection with the natural environment. A case study of a hotel complex located in the coastal zone of the Kyiv Reservoir is analyzed, highlighting both the functional and aesthetic aspects of adaptive spatial planning. The project integrates scenario-based zoning, user flow segregation, biophilic design, the use of natural materials, minimal landscape intervention, and the creation of zones with varying levels of interaction – from active leisure to complete seclusion. Particular attention is given to the planning of the main building, which combines public, working, and residential areas; the ergonomic organization of the room stock; the inclusion of flexible spaces for workation; and the placement of individual villas that ensure maximum privacy. The interiors are designed in a contemporary minimalist style with biophilic elements, enhancing psychological comfort and the sense of being immersed in nature. The architectural solutions underscore the importance of logistic separation between guest and service flows, multifunctionality of building components, and the scalability of the concept to other natural regions of Ukraine. The proposed methodology may serve as a foundation for a new architectural paradigm in domestic hotel design, emphasizing sustainability, contextuality, comfort, technological innovation, and human-centered values. The findings of the study can be applied in architectural practice, educational programs, and strategic planning for sustainable tourism.*

Keywords: *adaptability; hotel design; smart planning; scenario-based zoning; user experience.*

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ARTICLE

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.090

МОДЕРНІЗМ В АРХІТЕКТУРІ: ІСТОРИЧНІ ВИТОКИ, ІДЕАЛИ І СУЧАСНА КРИТИКА

Юліана Баланюк
канд.політ.наук, доцент
доцент кафедри архітектури, урбаністики і збереження об'єктів ЮНЕСКО
Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича, Чернівці, Україна

Анотація. *У статті розглядається архітектурний модернізм як один із найвпливовіших і водночас суперечливих напрямів XX століття. Автор простежує історичні витоки модернізму, його ідеологічне підґрунтя та ключові естетичні принципи. Особливу увагу приділено аналізу соціокультурного та політичного контексту, в якому зароджувався і розвивався цей стиль, а також впливу індустріалізації та технологічного прогресу на формування модерністського мислення. Розглядаються головні вектори критики модернізму в сучасному дискурсі. Автор досліджує причини занепаду модернізму в другій половині XX століття та звертається до сучасних практик переосмислення його спадщини, зокрема — через призму неомодернізму, критичного регіоналізму та нових екологічних викликів.*

Ключові слова: *модернізм, критика архітектурних теорій, трансформація архітектури, конструктивізм.*

У XX ст. архітектура пережила глибоку трансформацію. На зміну історичним стилям, які протягом століть формували образ міст і поселень, прийшов модернізм — рух, що заперечував декоративний баласт і закликав будувати раціонально. Слогани «форма слідує за функцією» і «менше — це більше» стали загальновизнаними, а конструкції зі сталі, бетону й скла витіснили традиційні матеріали. Упродовж кількох десятиліть модернізм домінував у міському будівництві, особливо в країнах, що переживали швидку індустріалізацію і відновлення після воєн.

Разом із успіхами руху з'явилась і критика. Багато сучасних містян відчувають відчуження у безликих «скляних коробках» і прагнуть повернення до масштабів та матеріалів, притаманних традиційній забудові. Дискусія про спадок модернізму набуває особливої актуальності в Україні, де післявоєнна серія типової забудови поєдналася з новими скляними хмарочосами, а пошук національної ідентичності в архітектурі триває. Стаття ставить за мету з'ясувати, як історичні умови формували модерністську теорію, які її основні принципи, чому вона піддається критиці та як сучасні архітектори можуть переосмислити модерністську спадщину.

У сучасному українському науковому дискурсі значна увага приділяється проблематиці архітектурного модернізму та особливостям його сприйняття у

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

суспільстві. Серед дослідників, які активно працюють у цьому напрямі, варто відзначити Дерябіна О., Помінчук М., Коноплова О. [2] та ін.

Метою цієї статті є проаналізувати історичні передумови та основні принципи модернізму в архітектурі, виявити причини його домінування та піддати критичному аналізу сучасні оцінки цього руху; визначити, як модернізм вплинув на архітектурну практику XX ст., чому його ідеали відкидають або переосмислюють у XXI ст., та яким може бути баланс між функціональністю, естетикою й культурною ідентичністю спираючись на міжнародний аналіз та досвід критичного осмислення архітектури.

Початок модернізму тісно пов'язаний із критикою орнаменту. У 1908 р. австрійський архітектор Адольф Лоос у своєму есе «Орнамент і злочин» оголосив надмірні декоративні прикраси даремними і навіть злочинними. Він вважав, що модерністське суспільство повинно зосередитись на функціональному, а не на декоративному [4]. Ці ідеї вплинули на наступне покоління архітекторів. Германський модерніст Людвіг Міс ван дер Рое ввів лозунг «менше — це більше», виражаючи переконання, що простота і чисті лінії є найвищою формою краси. Модерністи відмовилися від декорування, підкреслювали чесність матеріалів та структури, використовували скло і сталь як символи індустріального прогресу [4].

Модернізм виник у період стрімкої індустріалізації наприкінці XIX — початку XX ст. Нові будівельні матеріали (сталь, залізобетон, скло) та технології дозволили будувати високі, просторі споруди, що відповідали потребам промислового суспільства. Після пожежі 1871 р. Чикаґо швидко зростало; архітектори Луїс Салліван і його колеги працювали над новим типом будівлі — хмарочосом. Салліван сформулював принцип: «форма повинна, за самою сутністю речей, слідувати за функцією», тобто об'єм і естетика споруди мають випливати з її призначення [4]. У його проекті «Wainwright Building» (1891) вертикальна структура підкреслювала висоту, відмовляючись від надмірних колон та капітелей. Цей підхід відобразився у роботі архітекторів «Чиказької школи» і став основою міжнародного стилю.

У 1919 р. у Німеччині був заснований Баухаус — школа, яка поєднала мистецтво, ремесла та промисловий дизайн. Її керівники Вальтер Ґропіус та Міс ван дер Рое підготували покоління архітекторів, які втілювали модерністські ідеали у всьому світі. Після Другої світової війни, коли Європа лежала в руїнах, модернізм забезпечив швидкі та економні рішення для масового будівництва. Статистика свідчить, що в США будівельна продукція у 1950–1990 рр. зросла в шість разів, тоді як частка витрат на будівництво у ВВП зменшилась, що означало підвищення ефективності [1]. Модернізм видавався архітектурою відновлення та прогресу.

Однією з найбільших претензій до модернізму є його байдужість до контексту. Домінування універсальної естетики призводить до того, що міста по всьому світі стають схожими один на одного - просторами без історії та індивідуальності. Багато людей почуваються відчужено у таких будівлях, що створює психологічний дискомфорт.

Традиційні будівлі, виготовлені з каменю чи дерева, можуть служити сотні років, що доводять історичні центри європейських міст. Сучасні ж скляні та бетонні конструкції зазвичай мають коротший життєвий цикл, середній термін

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

служби модерністських будівель становить близько 25 років. Після цього вони потребують реновації, що спричиняє значні витрати енергії та матеріалів. Великі площі скління сприяють перегріву приміщень і підвищують енергоспоживання для кондиціювання, що суперечить сучасним вимогам до енергоефективності та сталого розвитку.

Хоча модернізм домінує у професійному середовищі, дослідження показують, що він не подобається більшості людей. Блог Аудуна Енга наводить дані опитувань у Європі, де 70–90 % населення обирають традиційну архітектуру за можливості [3].

Поширення модернізму часто відбувалося коштом історичної забудови. Яскравий приклад — знесення Пенсильванського вокзалу 1910 р. у Нью-Йорку для будівництва сучасного офісного комплексу, що викликало громадський шок і став каталізатором для руху збереження архітектурної спадщини. Втрата будівель, що були символами місцевої культури, породжувала критику модерністського догматизму та байдужості до минулого.

Сучасні архітектори по-різному реагують на критику модернізму. Дехто намагається переосмислити модерністські принципи, додаючи до них контекстуальність і сталий розвиток. Виникають течії неомодернізму та мінімалізму, що зберігають простоту, але більше враховують людський масштаб і локальну культуру. Інші відходять від модернізму, звертаючись до традиційних форм, створюючи будівлі, що нагадують історичну забудову, але використовують сучасні технології. Паралельно розвиваються альтернативні рухи (новий урбанізм, органічна архітектура), які прагнуть повернути людяність та різноманіття в архітектуру, спираючись на кращі традиції минулого й інноваційні рішення.

Для українських міст проблема модернізму має свою специфіку. Після Другої світової війни радянські інженери застосовували модерністські принципи для швидкого відновлення зруйнованих міст. Панельні будинки стандартних серій в Києві, Харкові чи Одесі стали символом тогочасної модернізації. Хоча вони забезпечили дах над головою мільйонам людей, їхні функціональні планування і відсутність естетичної різноманітності породили вираз «сіра панелька», що досі асоціюється з безликим міським середовищем.

Сьогодні в українському контексті модернізм нерідко сприймається крізь призму радянського минулого, адже значна частина модерністських споруд була зведена у період 1950–1980-х років у межах СРСР. Ці будівлі часто асоціюються не стільки з міжнародними архітектурними тенденціями, скільки з ідеологічною символікою радянської влади, масовим типовим будівництвом та уніфікацією міського середовища. Для багатьох українців вони є нагадуванням про репресивну систему, дефіцит, примусовий колективізм та стандартизований побут. Як наслідок, у суспільній свідомості формується упереджене, а часом і відверто негативне ставлення до модернізму, яке часто призводить до байдужості або навіть бажання знищити цю архітектурну спадщину. Такий емоційний контекст ускладнює збереження та реставрацію об'єктів радянського модернізму, попри іноді їхню художню та історичну цінність.

У XXI ст. архітектурна практика потребує переосмислення модерністської спадщини. Це не означає повну відмову від модернізму; натомість важливо

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

адаптувати його принципи до умов сталого розвитку, місцевих культурних контекстів та потреб людей. Багато архітекторів об'єднують мінімалізм з традиційними формами, використовуючи природні матеріали, орнаментальні мотиви та гнучкі простори. Інші звертаються до історичних стилів, але проєктують з урахуванням сучасних технологій та екологічних стандартів. Для України важливо знайти баланс між потребою у сучасній інфраструктурі й збереженням культурної ідентичності. Використання модерністських ідей у поєднанні з локальними традиціями може створити архітектуру, що буде водночас функціональною, естетично привабливою та відповідальною перед майбутніми поколіннями.

Список використаних джерел:

[1] Benedikt M. Less for Less Yet. Harvard Design Magazine, 1999. https://www.harvarddesignmagazine.org/articles/less-for-less-yet/#:~:text=In%20Germany%2C%20as%20everywhere%20in,The%20rate%20of
[2] Deriabina, O., Pominchuk, M., & Konoplova , O. (2024). Public Buildings in the Architecture of Ukrainian Modernism: Workers' Clubs. Docomomo Journal, (70), 44–50. https://doi.org/10.52200/docomomo.70.06
[3] Engh A. The Failure and Unpopularity of Modernist Architecture. 2018. https://domz60.wordpress.com/2018/12/07/the-failure-and-unpopularity-of-modernist-architecture/#:~:text=The%20message%20from%20opinion%20polls%2C,%E2%80%A6
[4] Mauricio J. Luengo Rios. Architecture and Ornament: Its Impact throughout History. InGenio, 2024. https://www.ingeniosupr.com/vol-111/2024/12/19/architecture-and-ornament-its-impact-throughout-history#:~:text=In%20the%20year%201908%2C%20Adolf,despite%20their%20strengths%20and%20weaknesses

MODERNISM IN ARCHITECTURE: HISTORICAL ORIGINS, IDEALS, AND CONTEMPORARY CRITIQUE

Yuliana Balaniuk
PhD, As. Professor
Associate Professor, Department of Architecture, Urbanism, and UNESCO Heritage Preservation
Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, Chernivtsi

Summary. *The article examines architectural Modernism as one of the most influential yet controversial movements of the 20th century. The author traces the historical origins of Modernism, its ideological foundations, and key aesthetic principles. Particular attention is given to the analysis of the socio-cultural and political context in which this style emerged and evolved, as well as to the impact of industrialization and technological progress on the formation of modernist thought. The main vectors of Modernism's critique in contemporary discourse are considered. The author explores the reasons for Modernism's decline in the second half of the 20th century and addresses current practices of reinterpreting its legacy, in particular through the lenses of Neomodernism, critical regionalism, and new environmental challenges.*
Keywords: *Modernism, critique of architectural theories, architectural transformation, Constructivism.*

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ARTICLE
DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.091

3D-ТЕХНОЛОГІЇ В АУДІОВІЗУАЛЬНОМУ МИСТЕЦТВІ: ТРАНСФОРМАЦІЯ ПРИНЦИПІВ КОМПОЗИЦІЇ Й КАДРУВАННЯ, ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Бурлевич Олександр Олександрович
аспірант спеціальності
021 «Аудіовізуальне мистецтво і виробництво»
ПВНЗ «Київський університет культури», Україна

Анотація. *У цифрову епоху 3D-технології стають невід'ємною складовою аудіовізуального мистецтва, змінюючи не лише технічні параметри зображення, а й принципи художньої виразності. Вони впливають на засади композиції, кадрування, сприйняття руху та простору, що зумовлює необхідність наукового осмислення цих процесів. В роботі проаналізовано особливості трансформації візуальної мови кіно та медіа під впливом цифрового тривимірного простору, визначено ключові виклики, що постають перед митцями та дослідниками, а також перспективи розвитку 3D-технології у контексті глобальної цифровізації культури. Виокремлено зміни художніх і технічних підходів до організації екранного простору, взаємодії глядача з об'ємним зображенням та ролі 3D у формуванні нових моделей естетичного сприйняття.*

Ключові слова: *3D-технології; аудіовізуальне мистецтво; композиція; кадрування; цифрова естетика; просторове зображення.*

Постановка проблеми. У добу цифрових інновацій аудіовізуальне мистецтво зазнає глибинних трансформацій, що змінюють як його технічні параметри, так і художньо-естетичні засади. Одним із очевидних чинників цих змін є розвиток 3D-технологій, які виходять далеко за межі традиційного кінематографа й активно інтегруються у сферу телебачення, комп'ютерних ігор, віртуальної та доповненої реальності. Застосування об'ємного зображення змінює принципи композиційного мислення митців, вимагає нових підходів до кадрування й організації простору екрану, а також формує іншу модель взаємодії глядача з візуальним матеріалом.

Аналіз досліджень та публікацій.

Огляд наукових джерел свідчить, що дослідження здебільшого концентруються на окремих аспектах використання 3D-технологій, водночас недостатньо уваги приділено комплексному аналізу їх впливу на композицію та кадрування в аудіовізуальному мистецтві.

В. Соломатова статті «Специфіка аудіовізуального дискурсу в дигітальній культурі досліджує особливості аудіовізуальних проектів у цифровій культурі,

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

зокрема акцент на творчому процесі у створенні мультисенсорного контенту. [4].

Т. Совгира у науковій статті «Цифрові технології в сучасному візуальному мистецтві» розглядає ключові тенденції впливу цифрових технологій на сучасну візуальну культуру, зокрема і переосмислення композиції кадру.

Історію та потенціал технології відеомаппінгу (3D mapping) в екранному мистецтві України, а саме технологію 3D mapping як засобу формування об'ємного простору, що розкриває потенціал для трансформації композиційної моделі кадру досліджувала А. Доколова у науковому доробку «Використання новітніх технологій 3D mapping в Україні» [1].

Досить велику увагу досліджуваній темі приділяють зарубіжні науковці. Серед них вагомою працею є стаття Матіра Джона Вільяма «Режисура для кінематографічної віртуальної реальності: як традиційне ремесло кінорежисера застосовується до захопливих середовищ та понять присутності» [6]. У роботі предметом дослідження є кінематографічна віртуальна реальність, зокрема досліджується застосування існуючих методів режисури кіновиробництва для створення проєктів кінематографічної реальності. Існуючі методи кіновиробництва розглядаються таким чином, щоб забезпечити «присутність» у просторі CVR. Також автор пропонує напрямки для майбутніх досліджень з огляду на незрілість кінематографічної віртуальної реальності як середовища.

Проте всіх досліджень, присвячених новітнім технологіям, у межах однієї статті зазначити неможливо, адже кількість наукових розвідок у цій сфері зростає щороку, охоплюючи як теоретичні, так і практичні аспекти. Окрім того, окремим напрямом виступає вивчення трансформації традиційних принципів кіно- й телевиробництва під впливом цифровізації та віртуалізації культурного простору. У даній статті увагу акцентовано насамперед на основних наукових працях, що визначили ключові вектори осмислення впливу новітніх технологій на аудіовізуальні мистецтва в умовах цифрових трансформацій.

Мета роботи полягає у виявленні специфіки впливу 3D-технологій на композицію та кадрування в аудіовізуальному мистецтві, а також у визначенні основних викликів і перспектив їх подальшого розвитку в умовах цифрової епохи.

Виклад основного матеріалу. Запровадження 3D-технологій у кінематографі першочергово мало характер технічного експерименту, спрямованого на створення ілюзії глибини. Проте згодом ця технологія стала повноцінним художнім інструментом, який здатний суттєво змінювати візуальну мову мистецтва. У традиційному 2D-кіно композиція базувалася на лінійній перспективі, світлотіньових ефектах та монтажній логіці, які створювали уявлення про тривимірність на площині екрана. Натомість 3D відкриває можливість реальної просторової глибини, що докорінно впливає на принципи кадрування: зміщуються акценти з площинної організації на просторово-динамічну, змінюється співвідношення між планами, зростає роль глибинного фокусу. Відповідно «деякі давно усталені техніки кіновиробництва можна адаптувати до цього нового середовища» [6]. Таким чином, тривимірні технології суттєво трансформують просторову логіку кадру. Якщо традиційна візуальна мова кінематографа та телебачення будувалася навколо двовимірної площини з умовною глибиною, то в 3D-форматі з'являється реальна

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

багатоплановість, яка змушує переглядати класичні правила побудови композиції. Це виявляється у зміщенні акцентів від плоского зображення до об'ємної структури сцени, де передній, середній та задній плани набувають нового значення й взаємодіють між собою в складніших просторових зв'язках.

Принципи кадрування у 3D-візуалізації ґрунтуються не лише на композиційних правилах класичного кіно, а й на специфічній роботі з простором. Традиційні принципи «золотої пропорції» чи балансування об'єктів у кадрі поступово доповнюються новими вимогами, пов'язаними з глибиною зображення, зоною різкості, ефектом фокусування на декількох просторових рівнях одночасно. Це змінює саму логіку розподілу уваги глядача: відтепер вона спрямовується не лише горизонтально чи вертикально, а й углиб кадру. Відповідно, монтажні прийоми та ритмізація візуального ряду також потребують нових рішень, які враховують «присутність» глядача всередині зображення. «Присутність та взаємодія у 3D-середовищі вимагає переосмислення композиції кадру, що активно відображено в дослідженні цифрових художніх практик» [3]. Якщо у 2D-кадрі основним завданням було виділення головного об'єкта через світло, колір чи монтажні переходи, то у 3D режисер і оператор отримують можливість конструювати багатошарові просторові середовища, де увага глядача скеровується за допомогою глибини фокусу, міжпланових співвідношень і руху камери у просторі. Відтак виникає потреба у нових принципах візуальної організації: гармонійне поєднання переднього, середнього та заднього планів, баланс між статичними і рухомими об'єктами, а також оптимізація точки зору, яка зберігатиме комфортність сприйняття для глядача у форматі 3D.

Варто зазначити, що 3D-кадрування передбачає ретельне уникнення так званих «візуальних перевантажень» – надмірного накопичення об'єктів у різних планах, що може викликати дезорієнтацію чи втому зору. Водночас воно дозволяє створювати ефекти занурення, коли глядач відчуває себе учасником подій, а не стороннім спостерігачем, що у традиційному 2D-кіно досягається набагато складніше. Таким чином, принципи кадрування в епоху 3D набувають нових параметрів: від площинно-композиційних до просторово-середовищних, що відкриває перспективи для формування нового типу кінематографічної образності.

Окремим аспектом варто виділити взаємодію глядача з об'ємним зображенням. Якщо у 2D-кадрі глядач завжди перебуває у позиції спостерігача, то 3D-технології надають йому відчуття фізичної присутності у візуальному середовищі. Така інтерактивність не лише розширює межі художнього досвіду, а й змінює характер режисерських рішень: зростає значення планування ракурсів, руху камери, швидкості монтажу, адже будь-яка диспропорція у 3D-просторі може викликати порушення просторового сприйняття глядачем. Однак такі технології «дають глядачу новий рівень залученості до художнього твору, роблячи його досвід більш особистим, багатогранним. Такі технології, як віртуальна реальність, доповнена реальність, інтерактивне кіно дають змогу глядачу стати віртуальним учасником подій, взаємодіяти з предметами в штучному середовищі, впливати на розвиток сюжету, а в майбутньому глядач може перетворитися на повноцінного співавтора фільму» [2].

Водночас розвиток та вдосконалення 3D-технологій ставлять низку викликів перед митцями. По-перше, вони потребують переосмислення

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

традиційних категорій композиції: симетрія, баланс, домінанта набувають нових параметрів, оскільки відтепер митець працює не лише з площиною, а й з об'ємним середовищем. По-друге, виникає проблема збереження художньої виразності за умов надмірної технологічності: існує ризик підміни змістовного наповнення ефектністю. По-третє, залишається відкритим питання технічної доступності, оскільки створення та відтворення 3D-контенту потребує значних ресурсів. Також варто відмітити, що перевантаження кадру спецефектами може призвести до втрати художньої цілісності, оскільки технічна віртуозність нерідко домінує над змістом. При цьому постає проблема ергономіки сприйняття: надмірна глибина чи невдале поєднання планів здатні викликати зорову втому, дезорієнтацію чи дискомфорт у публіки. Таким чином, художник опиняється перед завданням не лише створити візуально ефектне зображення, а й забезпечити його органічність та комфортність для сприйняття.

Попри певні виклики, перспективи розвитку 3D-технологій в аудіовізуальному мистецтві є значними, оскільки відкривають широкі можливості для інтеграції з іншими формами цифрової візуалізації, зокрема з віртуальною та доповненою реальністю. У цьому контексті формується новий тип аудіовізуального простору – інтерактивне та імерсивне середовище, де глядач стає не лише спостерігачем, а й активним учасником художньої події. Це стимулює появу нових жанрових моделей, серед яких імерсивне кіно, інтерактивні серіали, 3D-медіаперформанси та експериментальні відеоінсталяції. Їх інтеграція з VR та AR розширює горизонти взаємодії мистецтва й глядача, формуючи новий тип естетичного досвіду – від пасивного споглядання до активної присутності у художньому просторі. Подальший 3D до того ж тісно пов'язаний із появою технологій штучного інтелекту, які здатні оптимізувати процеси створення тривимірного контенту, а також із мультимедійними платформами, що забезпечують масове поширення об'ємного зображення.

У перспективі 3D-образ перестає сприйматися як винятково технологічний ефект і перетворюється на інструмент формування особливої естетики «живого кадру». Така естетика ґрунтується на ефекті присутності, багатовимірності та динамічної взаємодії глядача з просторовим образом. Вона передбачає появу нових способів художнього мислення, де поєднуються інноваційні цифрові технології, традиційні принципи візуальної композиції та індивідуальні пошуки митців. Таким чином, перспективи розвитку 3D-технологій визначаються не лише технічними можливостями, а й культурними, естетичними та соціальними запитами сучасності.

Висновок. Отже, 3D-технології суттєво впливають на композицію та кадрування в аудіовізуальному мистецтві, змінюючи як технічні, так і естетичні параметри екранного образу. Вони трансформують уявлення про просторову організацію кадру, формують нову модель взаємодії глядача з візуальним матеріалом і відкривають перспективи створення інтерактивних художніх середовищ. Водночас подальший розвиток цієї технології вимагає розробки нових підходів до принципу композиційного мислення митців в умовах просторового зображення. Важливим є також збереження балансу між технічною інноваційністю й художнім змістом та забезпечення доступності 3D-технологій для ширшого кола митців і глядачів.

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Отож, 3D-технології значно змінюють технічний інструментарій аудіовізуального мистецтва та стають важливим чинником формування нової естетики цифрової культури. У цьому, власне, полягає їхня подвійна роль: з одного боку – стимуляція нової художньої мови, з іншого – необхідність розробки адекватних теоретичних та практичних інструментів для роботи з багатовимірним зображенням у цифрову добу.

Список використаних джерел:

[1] Доколова, А. (2018). Використання новітніх технологій 3D mapping в Україні. Вісник КНУКіМ. Серія «Мистецтвознавство», (39), 23-30. https://doi.org/10.31866/2410-1176.39.2018.153647
[2] Сіренко, М. (2024, 31 листопада). *Кіноестетика в епоху віртуальних технологій: можливості та перспективи* [тези доповіді конференції]. Метастратегії екрану/мистецтв в умовах постглобалізму та постколоніалізму. м. Київ, Україна. ІК НАМ, 161-163.
[3] Совгира, Т. І. (2020). Цифрові технології в сучасному візуальному мистецтві. Вісник КНУКіМ. Серія «Мистецтвознавство», (42), 65–71. https://doi.org/10.31866/2410-1176.42.2020.207634
[4] Соломатова, В. В. (2019). Специфіка аудіовізуального дискурсу в дигітальній культурі. *Питання культурології*, (35), 69-77. https://doi.org/10.31866/2410-1311.35.2019.188787
[5] Diodato, R. (2022). Virtual Reality and Aesthetic Experience. Philosophies, 7 (2), 29. https://doi.org/10.3390/philosophies7020029
[6] Mateer, J. (2017). Directing for Cinematic Virtual Reality: How the Traditional Film Director's Craft Applies to Immersive Environments and Notions of Presence. *Journal of Media Practice, 18*(1), 14–25. URL: https://eprints.whiterose.ac.uk/id/eprint/116714/1/Mateer_Directing_for_Cinematic_VR_MAIN_DOCUMENT_Revised.pdf?utm_source=chatgpt.com

3D TECHNOLOGIES IN AUDIOVISUAL ART: TRANSFORMATION OF COMPOSITION AND FRAMING PRINCIPLES, CHALLENGES AND PROSPECTS

Burlevych Oleksandr Oleksandrovych
postgraduate student in the specialty
021 «Audiovisual Art and Production»
PVNZ «Kyiv University of Culture», Ukraine

Summary. *In the digital age, 3D technologies are becoming an integral part of audiovisual art, changing not only the technical parameters of the image, but also the principles of artistic expression. They affect the principles of composition, framing, perception of movement and space, which necessitates the scientific understanding of these processes. The paper analyzes the features of the transformation of the visual language of cinema and media under the influence of digital spatiality, identifies key challenges facing artists and researchers, as well as prospects for the development of 3D technology in the context of the global digitalization of culture. Changes in artistic and technical approaches to the organization of screen space, the viewer's interaction with the three-dimensional image, and the role of 3D in the formation of new models of aesthetic perception are highlighted.*

Keywords: *3D technologies; audiovisual art; composition; framing; digital aesthetics; spatial image.*

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.092

VISUAL DESIGN IN REPRESENTING WAR MEMORY IN UKRAINE: ETHICAL AND COMMUNICATIVE DIMENSIONS

Roksolyana Kvasnytsya
Ph.D. in Art, Associate Professor
at the Department of Visual Design and Art
Lviv Polytechnic National University, Ukraine

Summary. *This study examines Ukrainian visual design from 2022 to 2025 as a medium for ethically representing traumatic experience and constructing collective memory in the context of war. It analyzes the transformation of graphic language in response to sociocultural trauma, with emphasis on the ethical, semiotic, and receptive dimensions of visual artifacts created during the full-scale invasion. The research identifies design as fulfilling representational, memorial, and social functions, contributing to resilience and the formation of shared narratives. The methodological framework combines content analysis, structural visual analysis, and interpretative phenomenology, enabling a comprehensive exploration of both formal and semantic parameters. The theoretical foundation draws on concepts of cultural memory, ethics of representation, and reception theory. The scientific novelty lies in introducing the notion of "post-traumatic aesthetics" within visual communication, systematizing principles of ethical design in crisis conditions, and substantiating its role as a humanitarian tool in the collective processing of trauma. Future research perspectives include examining the function of visual imagery in constructing resilient narrative structures and transmitting meaning within digital communication and intercultural exchange.*

Keywords: *ethics of representation; emergency design; collective memory; visual communication; trauma representation; graphic design.*

In the 21st century, visual design increasingly emerges not only as a tool of aesthetic representation or commercial communication, but as a medium of social expression, cultural reflection, and political resistance. This transformation becomes particularly evident in the context of war, when designers, artists, and activists employ visual means to document traumatic experiences, mobilize society, and shape collective memory. The war in Ukraine, which began in 2014 and escalated into a full-scale invasion on February 24, 2022, has catalyzed profound changes in the country's visual culture. In response to aggression, Ukrainian designers have produced thousands of artifacts – posters, illustrations, digital campaigns – that not only record events but also construct a new language of memory, solidarity, and resistance.

These visual practices are not isolated; they interact with international gestures of support, integrate into transcultural dialogue, and become part of the global discourse on war, trauma, and the ethics of representation. At the same time, a

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

range of complex questions arises: How can pain be represented without being exploited? How can visual narratives be created that not only inform but also support? How can design function as a tool of memory rather than mere reaction?

The aim of this article is to outline the theoretical foundations for analyzing visual design as a means of constructing collective memory in wartime conditions, with a focus on the Ukrainian context; to identify the aesthetic, ethical, and communicative parameters of graphic responses to traumatic events; and to formulate an approach to interpreting design as a tool of adaptation, solidarity, and symbolic resistance, based on an interdisciplinary synthesis of critical visual studies, cultural psychology, social communication, and design analytics. Unlike previous studies that address wartime visuality through the lenses of media, art history, or cultural studies, this research conceptualizes visual design as an independent strategy of ethical witnessing and memory construction, offering a new analytical framework grounded in design theory and reception phenomenology.

Conceptual foundations: design, memory, and transcultural communication

The role of visual design in shaping collective memory and sociocultural adaptation during times of crisis is actively examined in both Ukrainian and international academic discourse. Central to this inquiry is Jan Assmann's concept of *cultural memory*, which posits that memory is inherently mediated – "always inscribed in signs, texts, and images" [1, p. 132]. This perspective underscores the importance of visual culture in preserving and transmitting shared experience.

In design theory, V.Margolin offers a complementary view by framing design as a social practice that constructs ethical norms and cultural models. As he writes in *The Politics of the Artificial*: "Design is not only about objects, but about the social relationships these objects create" [8, p.90]. This approach positions design not as an autonomous discipline, but as a medium of social influence – particularly in wartime, where visual communication acquires heightened emotional and political significance.

Together, these frameworks enable the analysis of design as a mediator of memory, ethics, and collective identity, forming the conceptual basis for examining Ukrainian visual practices in conditions of crisis and transcultural reception.

Within the Ukrainian academic field, the contribution of A.Tormakhova, O.Rykhlicka, and D.Tovmash is particularly relevant. In their joint article *Design as a Mechanism and Catalyst of Socio-Cultural Transformations* , they analyze design as an interdisciplinary practice that responds to social challenges. The authors argue that «in crisis conditions, design performs not only a communicative function, but also one of cultural therapy, facilitating the rethinking of identity and the formation of new models of interaction» [11, p.45].

The issue of transcultural communication in wartime is addressed in the work of M.Voloshchuk and A.Tkachuk. In their article *Intercultural Communication During Societal Crisis*, they note that «visual gestures of solidarity created by representatives of other cultures contribute not only to support, but also to the formation of new channels of dialogue based on emotional resonance and cultural sensitivity» [16, p.58]. This confirms that design, in a transcultural context, functions as a mediator, enabling different communities to interact through shared symbols, colors, and compositions.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

M.Kolinko, in her study *The Influence of Cultural Contexts on Intercultural Communication*, analyzes the dynamics of high-context and low-context cultures, which is particularly relevant for understanding visual communication. She states that "visual messages in high-context cultures are conveyed through symbols, allusions, and non-verbal codes, whereas in low-context cultures – through direct verbal elements" [17, p.110]. Ukrainian design, in this sense, combines both approaches, creating a hybrid language capable of transcultural interpretation. These studies demonstrate that design in crisis conditions fulfills functions of communication, therapy, solidarity, and cultural dialogue.

Despite the interdisciplinary breadth of approaches, visual design as an autonomous communicative practice with its own ethics, semiotics, and reception dynamics remains insufficiently theorized. In particular, within the Ukrainian academic field, aspects of traumatic visuality are addressed primarily in the context of media analysis, art history, or cultural studies – but not as an independent design strategy that shapes modes of remembrance, testimony, and emotional impact.

This creates a need for clearly defined analytical concepts that allow design to be understood not only as a carrier of meaning, but as an active participant in the processes of memory and ethical witnessing.

In this study, the concepts of reception, ethics of witnessing, and visual trauma are introduced at two distinct levels: methodologically – as theoretical instruments that guide the interpretation of visual artifacts; and analytically – as descriptive categories used to examine specific design cases. This dual application ensures conceptual clarity and avoids terminological redundancy across sections. These concepts include:

• *reception* is understood as the process of interpreting a visual message by the viewer, involving emotional response, cultural coding, and social interpretation [13; 14]. In the context of wartime design, reception gains particular significance: it shapes collective memory through empathy, identification, and moral evaluation of the depicted;

• *ethics of witnessing* is a concept that describes the moral boundaries of representing traumatic experience, especially in wartime. It implies the designer's responsibility for how an image conveys pain, loss, or memory without violating the dignity of those affected [2; 10]. In this study, the ethics of witnessing is framed as a principle of "testimony without intrusion," regulating the visual representation of trauma in Ukrainian graphic design;

• *visual trauma* is defined as the pictorial embodiment of traumatic experience, capable of evoking emotional resonance, re-experiencing, or collective reflection on an event [4; 15]. It functions as a mediator between personal pain and public memory, transmitting the experience of war through symbolism, composition, and emotional coding.

This study employs a combined approach that integrates content analysis, structural visual analysis, and elements of interpretative phenomenology.

The source base consists of over 100 visual works by Ukrainian designers created between 2022 and 2025. It includes posters, digital illustrations, graphic series, and examples of public interventions. The selected projects perform memorial, documentary, or therapeutic functions – particularly series dedicated to destroyed cities, loss, resistance, and collective trauma.

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Visual analysis was conducted using the model developed by Kress & van Leeuwen [5], which involves examining compositional structure, color schemes, typography, and semiotic elements. This enabled the identification of how visual tools construct narratives of memory, solidarity, and ethical reflection on loss.

Interpretative phenomenology [9] was applied to analyze authorial intent and viewer perception, taking into account emotional and cultural context. Visual artifacts were considered as experiences shaped through interaction between the author, the image, and the community.

The theoretical framework is grounded in the concepts of cultural memory [1], ethics of representation [10], social design [8], and contemporary Ukrainian research on visual communication in crisis conditions [6, 11].

Ethical dimensions of trauma representation in visual culture

The representation of traumatic experience in visual design is inevitably entangled with ethical challenges. In wartime contexts, where images of suffering, loss, and destruction acquire heightened sensitivity, the designer assumes the role not only of author but also of a responsible participant in the process of remembrance. Visual artifacts created under such conditions carry not only aesthetic but also moral weight, requiring a delicate balance between testimony and respect, between public exposure and private grief.

One of the central concerns is the boundary between visualization and exploitation of trauma. As Ariella Azoulay argues [2], images of suffering must not become objects of consumption – they should preserve the dignity of the depicted and activate the viewer's ethical responsibility. Ukrainian design practices increasingly demonstrate restraint: opting for symbolism over shock, metaphor over direct representation, and documentary clarity over aestheticization. Despite the interdisciplinary breadth of approaches, visual design as an autonomous communicative practice – with its own ethics, semiotics, and reception dynamics – remains under-theorized. Within Ukrainian academic discourse, aspects of traumatic visuality are often addressed through media analysis, art history, or cultural studies, but rarely as a distinct design strategy that shapes modes of remembrance, testimony, and emotional engagement.

This necessitates a clear articulation of analytical concepts that allow design to be understood not merely as a carrier of meaning, but as an active agent in the processes of memory and ethical witnessing.

Reception is understood as the viewer's interpretive process, encompassing emotional response, cultural coding, and social interpretation [13; 14]. In wartime design, reception becomes crucial: it shapes collective memory through empathy, identification, and moral evaluation of the visual message.

Ethics of witnessing refers to the moral boundaries of representing traumatic experience, particularly in war. It implies the designer's responsibility for how images convey pain, loss, or memory without violating the dignity of those affected [2; 6]. In this study, the ethics of witnessing is framed as a principle of "witnessing without intrusion," regulating the visual representation of trauma in Ukrainian graphic design. This approach aligns with LaCapra's notion of ethical testimony [7], which does not claim representational completeness but opens space for reflection.

Particular attention must be paid to reception across different cultural contexts. Visual artifacts rooted in local experience may be misinterpreted

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

internationally, where shared codes of memory are absent. This necessitates a consciously constructed visual language capable of conveying complexity without simplification, emotional depth without manipulation. Ethical responsibility here lies not only in the choice of imagery but also in anticipating its receptive potential.

A distinct ethical dimension involves the representation of bodily loss – images of the deceased, destroyed spaces, and traces of violence. Many Ukrainian projects demonstrate a tendency toward abstraction: empty silhouettes, fragmented forms, muted color palettes. This preserves distance without diminishing emotional resonance and corresponds to the ethics of "witnessing without intrusion" [7], where the visual does not seek representational totality but invites emotional and cognitive engagement.

In this context, it is appropriate to introduce the concept of *visual trauma* – a category that describes the pictorial articulation of traumatic experience through fragmentation, emotional tension, and aesthetic restraint. In this study, visual trauma refers to the symbolic articulation of loss through compositional fragmentation and emotional restraint, while *traumatic visuality* denotes broader aesthetic strategies that evoke collective memory and ethical reflection. *Visual trauma* does not aim to depict pain directly, but rather to evoke its trace – a sign that appeals to memory, empathy, and ethical reflection.

Ethical responsibility in design also manifests in the choice of formats, dissemination channels, and archiving methods. Public interventions, digital platforms, and exhibition projects each carry specific audiences, risks, and potentials for impact. Visual messages must retain context, resist decorative reduction, and remain carriers of memory capable of ethical reflection and transnational reception.

Visual strategies of memory: ukrainian design responses to war

During the full-scale invasion, visual design in Ukraine acquired functions that extend beyond the aesthetic or commercial. It transformed into a means of documentation, testimony, emotional support, and the formation of collective memory. Ukrainian design practices demonstrate a high level of ethical responsibility, cultural sensitivity, and strategic visual language that combines symbolism, documentary elements, and restrained aesthetics. In this context, design emerges as a tool of remembrance operating at the intersection of testimony, therapy, mobilization, and social action.

A characteristic feature of contemporary Ukrainian projects is the rejection of direct representation of trauma in favor of metaphorical visual language. The use of empty silhouettes, fragmented forms, muted colors, and graphic symbols appeals to loss, absence, and disappearance. This approach allows for the preservation of distance without losing emotional depth and aligns with the ethics of "witnessing without intrusion" [7], where the visual does not claim representational completeness but opens space for reflection.

Many projects show a tendency toward documentary expression – incorporating real photographs, archival materials, and eyewitness accounts. However, these elements are integrated not as shocking images but as part of a compositional logic aimed at reflection rather than emotional manipulation. The visual language leans toward minimalism, enhancing focus and respect for the depicted.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

A representative example is the series *Postcards from Ukraine*, initiated by the Ukrainian Institute in cooperation with USAID. The project presents destroyed architectural objects in the form of postcards, combining photographic documentation with graphic stylization. The visual structure of each postcard – a contrast between the pre-war appearance and the consequences of destruction – serves as testimony and highlights the issue of cultural loss. This approach correlates with the concept of the "visual archive of trauma" [15], where the image becomes a carrier not only of fact but also of emotional resonance. Emotional reception plays a key role: designers appeal to the experience of loss through visual trauma, fixed in the symbolic rupture between past and present. Restrained aesthetics and the absence of sensationalism align with the ethics of witnessing, which implies respect for experience rather than its exploitation.

Another example is a series of authorial illustrations dedicated to destroyed cities – Mariupol, Izium, Bakhmut. In these works, designers use minimalist graphics, muted palettes, and symbolic elements (ruined buildings, empty windows, debris) that appeal to the collective experience of loss. The visual language gravitates toward the aesthetics of "negative space" [16], where absence becomes the central content. These images construct visual trauma that not only represents destruction but also evokes a receptive response – empathy, anxiety, memory. The ethics of witnessing is manifested in the rejection of excessive emotionality: designers choose a restrained language that allows the viewer to interpret what is seen independently.

Special attention should be given to public interventions in urban space – murals, temporary memorials, graphic installations. One example is a mural in Kyiv dedicated to fallen medics, executed in the style of concise poster design using typography and Red Cross symbolism. These works function as local markers of memory, combining aesthetic form with social messaging. Symbolism serves as testimony, and typography as a tool of receptive impact that fosters emotional engagement.

Digital platforms – online archives, interactive maps, virtual exhibitions – also play an important role in disseminating visual messages. They ensure the accessibility of memory for a global audience but simultaneously require heightened ethical sensitivity: visual materials must preserve context and not become decorative elements or objects of consumption.

Overall, the analysis of Ukrainian design practices shows that visual design in wartime performs not only representational but also interpretive functions. It becomes a tool of communication between the personal and the collective, between past and present, between trauma and hope. The application of concepts such as reception, ethics of witnessing, and visual trauma allows these practices to be understood as ethical action, emotional gesture, and a form of remembrance. In response to crisis, graphic language transforms while preserving dignity, sensitivity, and cultural responsibility.

Within the local context, Ukrainian design shapes an ethically balanced visual language that appeals to memory, loss, and testimony. However, in the process of transcending national boundaries, these codes encounter challenges of cross-cultural interpretation. This creates a need to analyze how Ukrainian design practices function in the global field – between local experience and universal mechanisms of reception.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Transcultural reception and visual translation: interpretive and ethical challenges

The analysis of Ukrainian design practices in the context of war reveals a high level of ethical sensitivity, semiotic complexity, and cultural responsibility. However, as these visual messages move beyond the local space, the issue of transcultural reception arises – namely, how design rooted in a specific historical and emotional context is perceived by a global audience.

Visual codes that appeal to loss, trauma, or memory often rely on metaphorical language, fragmentation, muted palettes, and symbolic ruptures. Within the Ukrainian cultural field, these elements carry high receptive density, as they correspond to collective experience. Yet in a transcultural context, they may become unreadable, misinterpreted, or perceived as aestheticization of pain. This creates a risk of losing meaning, emotional depth, or ethical tension.

A strategic response to these challenges is adaptation – not through reduction, but through explanation. Ukrainian designers increasingly employ multilingual platforms, explanatory narratives, universal symbols, and compositional restraint to preserve context and the ethics of witnessing. This approach aligns with the concept of "visual translation" [17], where the transmission of cultural meaning requires interpretive sensitivity rather than literalness.

In this process, design functions as a mediator – between local experience and global interpretation, between emotional memory and cultural ethics. Transcultural reception not only expands the reach of Ukrainian design but also raises questions of responsibility: what exactly is being transmitted, how it is perceived, and whether the dignity of the depicted is preserved.

Conclusions

This study presents an interdisciplinary analysis of graphic design as a medium for ethically representing traumatic experience and shaping collective memory in contexts of sociocultural crisis. Key visual strategies are identified that facilitate transcultural communication and foster empathetic engagement with post-traumatic narratives. The concept of "emergency design" is proposed as a humanitarian tool that integrates aesthetic expressiveness, ethical responsibility, and cultural adaptability. The scientific novelty lies in the introduction of the term "post-traumatic aesthetics" within the framework of visual communication, the systematization of ethical design principles in emergency contexts, and the substantiation of graphic design's role as an active agent in the collective processing of trauma. Future research may focus on the function of visual imagery in constructing resilient narrative structures and transmitting meaning within digital communication and intercultural exchange, opening avenues for new methodologies of ethical visual representation in a globalized media environment.

References:

[1] Assmann, J. (2011). *Cultural Memory and Early Civilization: Writing, Remembrance, and Political Imagination*. Cambridge University Press.
[2] Azoulay, A. (2008). *The Civil Contract of Photography*. Zone Books.
[3] Barthes, R. (1981). *Camera Lucida: Reflections on Photography*. Hill and Wang.
[4] Hirsch, M. (2012). *The Generation of Postmemory: Writing and Visual Culture After the Holocaust*. Columbia University Press.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[5] Kress, G., & van Leeuwen, T. (2006). *Reading Images: The Grammar of Visual Design* (2nd ed.). Routledge.
[6] Квасниця, Р. (2024). Візуальний дизайн для надзвичайних ситуацій: теоретичні основи та практичні аспекти. *Вісник Львівської національної академії мистецтв*, 53, 135–142. https://doi.org/10.37131/2524-0943-2024-53-13
[7] LaCapra, D. (2001). *Writing History, Writing Trauma*. Johns Hopkins University Press.
[8] Margolin, V. (2002). *The Politics of the Artificial: Essays on Design and Design Studies*. University of Chicago Press.
[9] Smith, J. A., Flowers, P., & Larkin, M. (2009). *Interpretative Phenomenological Analysis: Theory, Method and Research*. SAGE Publications.
[10] Sontag, S. (2003). *Regarding the Pain of Others*. Farrar, Straus and Giroux.
[11] Тормахова, А., Рихліцька, І., & Товмаш, О. (2023). Візуальна комунікація в умовах війни: дизайн як інструмент пам'яті. *Культура і сучасність*, 1(45), 34–47.
[12] Український інститут. (2022). *Postcards from Ukraine* [Проєкт]. https://ui.org.ua/projects/postcards-from-ukraine/
[13] Hall, S. (1980). Encoding/decoding. In S. Hall, D. Hobson, A. Lowe, & P. Willis (Eds.), Culture, Media, Language (pp. 128–138). Routledge.
[14] Jauss, H. R. (1982). Toward an Aesthetic of Reception. University of Minnesota Press.
[15] Zelizer, B. (1998). Remembering to Forget: Holocaust Memory Through the Camera's Eye. University of Chicago Press.
[16] Волощук, М., & Ткачук, А. (2023). Міжкультурна комунікація в період кризових станів суспільства. Наукові записки Інституту журналістики, 82(2), 45–52. https://doi.org/10.36074/grail-of-science.09.06.2023.13
[17] Колінько, М. (2018). Вплив культурних контекстів на міжкультурну комунікацію. Світогляд – Філософія – Релігія, (13), 108–116. https://doi.org/10.21272/wpr.2018.13.13

ВІЗУАЛЬНИЙ ДИЗАЙН У РЕПРЕЗЕНТАЦІЇ ПАМ'ЯТІ ПРО ВІЙНУ В УКРАЇНІ: ЕТИЧНІ ТА КОМУНІКАТИВНІ АСПЕКТИ

Квасниця Роксоляна Богданівна
кандидат мистецтвознавства, доцент кафедри візуального дизайну та мистецтва
Національний університет «Львівська політехніка», Україна

Анотація. *У дослідженні розглядається український візуальний дизайн у період з 2022 по 2025 роки як засіб етичної репрезентації травматичного досвіду та конструювання колективної пам'яті в умовах війни. Проаналізовано трансформацію графічної мови у відповідь на соціокультурну травму з акцентом на етичні, семіотичні та рецептивні аспекти візуальних артефактів, створених під час повномасштабного вторгнення. Виявлено, що дизайн виконує репрезентативну, меморіальну та соціальну функції, сприяючи формуванню стійкості та спільних наративів. Методологічна база поєднує контент-аналіз, структурний візуальний аналіз та інтерпретативну феноменологію, що дозволяє комплексно дослідити як формальні, так і семантичні параметри. Теоретичне підґрунтя спирається на концепти культурної пам'яті, етики репрезентації та теорії рецепції. Наукова новизна полягає у введенні поняття «посттравматична естетика» у контексті візуальної комунікації, систематизації принципів етичного дизайну в умовах кризи та обґрунтуванні його ролі як гуманітарного інструменту в процесі колективного осмислення травми. Перспективи подальших досліджень охоплюють вивчення функції візуальних образів у формуванні стійких наративних структур та передачі змісту в умовах цифрової комунікації й міжкультурного обміну.*
Ключові слова: *етика репрезентації; дизайн для надзвичайних ситуацій; колективна пам'ять; візуальна комунікація; репрезентація травми; графічний дизайн.*

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ARTICLE

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.093

ПОВЕДІНКОВА ЕКОНОМІКА У СФЕРІ ПЕРФОРМАТИВНОГО МИСТЕЦТВА УКРАЇНИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Білан Василь Вікторович
Доцент, заслужений працівник культури України
Київський національний університет театру, кіно і телебачення імені І. К. Карпенка-Карого, Україна

Громадський Ростислав Анатолійович
старший викладач
Київський національний університет театру, кіно і телебачення імені І. К. Карпенка-Карого, Україна

Ялоха Тетяна Олександрівна
Доцент, заслужений працівник культури України
Київський національний університет театру, кіно і телебачення імені І. К. Карпенка-Карого, Україна

Анотація. *У статті розглядається вплив воєнного стану на економічну поведінку суб'єктів сфери перформативного мистецтва України. На основі методології поведінкової економіки досліджено, як когнітивні упередження, соціальні норми та інструменти поведінкової економіки формують управлінські рішення митців та інституцій у кризових умовах. Виявлено ключові зміни у стратегіях культурних організацій, зокрема зростання толерантності до ризику, перехід до гібридних і цифрових форматів, а також посилення соціальної місії перформативного мистецтва. Наведено приклади успішних адаптаційних моделей і статистичні дані з відкритих джерел. Запропоновано рекомендації для державних органів і менеджерів культури щодо підтримки галузі в умовах війни.*

Ключові слова: *перформативне мистецтво; театр; поведінкова економіка; продюсування, воєнний стан; модель.*

Перформативне мистецтво — театр, хореографія, музичні виступи, живі перформанси — є важливим елементом культурної екосистеми України, що виконує не лише естетичну, а й соціальну, психологічну та політичну функції [1]. У мирний час воно сприяє розвитку культурного капіталу суспільства, формуванню національної ідентичності та міжнародній культурній комунікації. В умовах воєнного стану його значення значно зростає: воно стає інструментом мобілізації, моральної підтримки, відновлення соціальної єдності та культурної дипломатії [2].

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Повномасштабна війна, розпочата рф проти України у 2022 році, спричинила глибокі соціально-економічні зміни, які безпосередньо вплинули на функціонування сфери перформативного мистецтва. Обмеження безпеки, руйнування інфраструктури, міграційні процеси, скорочення державного фінансування та падіння платоспроможного попиту стали викликами, які змусили митців та організації переглядати свої економічні моделі [3].

Традиційні економічні теорії не завжди здатні пояснити поведінку суб'єктів культурної сфери у кризових умовах, оскільки вони ігнорують психологічні, емоційні та соціальні фактори [4]. Саме поведінкова економіка — міждисциплінарна галузь, що поєднує економічний аналіз із психологічними моделями — пропонує інструменти, які дозволяють глибше зрозуміти, чому й як ухвалюються рішення в умовах невизначеності.

Мета дослідження — проаналізувати зміни в економічній поведінці суб'єктів сфери перформативного мистецтва України під час воєнного стану з позицій поведінкової економіки та окреслити ефективні адаптаційні стратегії.

Завдання дослідження:

1. Окреслити теоретичні основи поведінкової економіки у контексті перформативного мистецтва.
2. Проаналізувати вплив воєнного стану на економічну поведінку митців та культурних інституцій.
3. Ідентифікувати роль когнітивних упереджень, соціальних норм у прийнятті рішень.
4. Навести емпіричні кейси й статистику, що ілюструють адаптаційні процеси.
5. Запропонувати рекомендації для підвищення стійкості сектору.

1. Теоретико-методологічні засади поведінкової економіки у сфері перформативного мистецтва

1.1. Класичні економічні підходи та їх обмеження

Класична економічна теорія виходить із припущення, що економічні агенти є раціональними, мають повну інформацію та завжди обирають оптимальні рішення, спрямовані на максимізацію власної вигоди [5]. У контексті перформативного мистецтва це означало б, що театри, концертні зали, танцювальні колективи та інші культурні інституції діють виключно з огляду на дохід, оптимально розподіляючи ресурси й реагуючи на зміну попиту.

Однак практика доводить протилежне. Митці та менеджери часто приймають рішення, керуючись не лише фінансовими показниками, а й творчими амбіціями, моральними переконаннями, соціальною відповідальністю та навіть імпульсивними емоційними реакціями [6]. У кризових ситуаціях ці неринкові чинники стають визначальними.

Особливо виразно це проявляється у воєнний час, коли економічні моделі поведінки зміщуються від комерційної вигоди до виконання соціальної місії. Це підтверджують і дослідження, проведені Українським культурним фондом, які вказують, що 68% культурних організацій у 2022–2023 рр. визначили своєю основною метою підтримку морального духу населення, навіть ціною фінансових збитків [7].

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

1.2. Поведінкова економіка як інструмент аналізу

Поведінкова економіка сформувалася на перетині економіки та психології. Її засновники, зокрема Д. Канеман та А. Тверскі, довели, що людська поведінка систематично відхиляється від припущень класичної теорії раціонального вибору [8]. У культурному секторі це проявляється у вигляді:

Аверсії до втрат — митці часто уникають ризику, навіть якщо він може принести потенційну вигоду.

Ефекту рамкування — одне й те саме рішення сприймається по-різному залежно від того, як воно подано (наприклад, «вистава на підтримку ЗСУ» vs. «звичайна комерційна постановка»).

Евристики доступності — у кризовий час рішення базуються на найяскравіших останніх подіях (наприклад, нещодавній обстріл впливає на скасування заходів навіть у безпечніших регіонах).

Для перформативного мистецтва поведінкова економіка важлива тим, що дозволяє враховувати ірраціональні, емоційні та соціальні мотиви глядачів, спонсорів, донорів і самих митців.

1.3. Міжнародний досвід

В умовах криз — природних катастроф, політичних потрясінь чи військових конфліктів — мистецькі організації в інших країнах демонстрували адаптивні поведінкові стратегії. Дослідження, проведені у Сирії, Лівані та Хорватії, показують, що у подібних умовах театри та музичні колективи:

переходили до малобюджетних постановок, які легше адаптувати до змінних умов [9];

активно використовували вуличні та мобільні формати, що не потребують складної інфраструктури;

інтегрували соціальні меседжі та патріотичні мотиви у свої роботи;

застосовували онлайн-стрімінг як інструмент доступу до міжнародної аудиторії.

Цей досвід підтверджує, що поведінкові фактори — довіра до інституцій, соціальні норми, емоційний резонанс — можуть бути важливішими за комерційні міркування.

1.4. Методологія дослідження

У цьому дослідженні використано:

Контент-аналіз звітів Українського культурного фонду та Міністерства культури та стратегічних комунікацій України [7].

Кейс-стаді — аналіз конкретних прикладів театрів, концертних залів та колективів, які адаптувалися до умов війни.

Елементи поведінкового моделювання — аналіз впливу когнітивних упереджень на рішення менеджерів і глядачів.

Порівняльний аналіз — зіставлення українських практик із міжнародними.

Цей підхід дозволяє розкрити як загальні тенденції, так і унікальні риси адаптації українського перформативного мистецтва у воєнний час.

2. Воєнний стан як поведінковий шок для перформативного мистецтва

Війна є екстремальним фактором, що кардинально змінює економічне, психологічне та соціальне середовище. Для сфери перформативного мистецтва вона стає не лише зовнішнім шоком, а й тригером зміни внутрішніх управлінських і творчих стратегій [10].

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

2.1. Психологічний вимір прийняття економічних рішень

Поведінкові дослідження показують, що в умовах високого стресу та невизначеності люди схильні:

- знижувати горизонт планування (фокус на короткотермінових діях);
- уникати великих інвестицій у проєкти з відкладеною віддачею;
- переоцінювати ймовірність негативних сценаріїв [8].

Для українських театрів, музичних колективів і танцювальних труп це означало перехід від довготривалих репертуарних стратегій до моделі «швидкого реагування» — постановки готувалися у стислі терміни, часто з мінімальними витратами, але з високим емоційним ефектом.

Прикладом є Харківський державний академічний театр ляльок, який у 2023 році запровадив мобільні вистави у бомбосховищах, реагуючи на потреби дитячої аудиторії.

2.2. Ризик, невизначеність та ресурсний дефіцит

Згідно з даними Міністерства культури та стратегічних комунікацій України, станом на початок 2024 року понад 350 культурних установ були пошкоджені або зруйновані [11]. Для перформативного сектору це створило ресурсний дефіцит у трьох вимірах:

1. Фінансовий — скорочення доходів від продажу квитків та спонсорської підтримки.
2. Матеріальний — втрата сценічних майданчиків, обладнання, костюмів.
3. Людський — релокація митців, мобілізація, психологічне вигорання.

Реакція на ці виклики відображала особливості поведінкової економіки:

- Підвищення толерантності до ризику — запуск нових форматів без гарантії фінансового успіху.
- Гнучке використання ресурсів — перетворення непристосованих просторів на сцени (школи, церкви, парки).
- Колективні форми підтримки — взаємодопомога між інституціями, спільне використання майданчиків.

2.3. Зміна інституційних рамок та державної підтримки

Воєнний стан супроводжувався переглядом механізмів державного фінансування культури. Пріоритети змістилися на:

- збереження культурної спадщини;
- підтримку мобільних і онлайн-проєктів;
- розвиток культурної дипломатії.

Український культурний фонд у 2023 р. запровадив спеціальні грантові програми «Культура в часи кризи», орієнтовані на перформативне мистецтво [7]. За даними УКФ, понад 40% профінансованих проєктів мали на меті психологічну підтримку населення через мистецькі практики.

2.4. Приклади адаптаційних стратегій

1. Мобільний театр «На колесах» (Дніпро) — вистави у прифронтових громадах, що поєднували драматургію з інтерактивом для дітей.

2. Балетні перформанси у Львівських укриттях — ініціатива Львівської національної опери, яка дозволила зберегти репетиційний процес та комунікацію з аудиторією.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

3. Музичні стріми на підтримку ЗСУ — онлайн-концерти гурту DakhaBrakha, що зібрали понад 2 млн грн донатів [12].

2.5. Поведінкові маркери змін

Війна спричинила появу нових моделей економічної поведінки в перформативному мистецтві, зокрема:

- Соціальна місія > комерційна вигода — митці готові жертвувати доходом заради суспільної користі.
- Швидка адаптація — здатність змінювати формат і контент буквально «з сьогодні на завтра».
- Довіра та солідарність — посилення горизонтальних зв'язків у галузі.

Таблиця 1

Зміни в економічній поведінці організацій в сфері перформативного мистецтва під час воєнного стану*

Поведінковий чинник	Довоєнний період (до 24.02.2022)	Після початку війни
Орієнтація на прибуток	Висока	Низька
Толерантність до ризику	Низька	Середня/висока
Інноваційність форматів	Помірна	Висока
Соціальна місія	Другорядна	Пріоритетна

**Джерело: узагальнено авторами на основі [7], [11], [12].*

3. Когнітивні упередження та прийняття рішень у менеджменті перформативного мистецтва під час війни

Управлінці культурних інституцій, як і всі економічні агенти, підпадають під вплив психологічних факторів та когнітивних спотворень. У воєнних умовах, коли рішення приймаються у ситуації дефіциту часу, ресурсів та інформації, роль цих упереджень значно зростає [8].

3.1. Евристика доступності

Визначення: Схильність робити висновки на основі найбільш доступної або яскравої інформації, навіть якщо вона не є репрезентативною [8].

Приклад з України:

Київський театр-студія у березні 2022 р. скасував усі вистави на місяць після того, як один з акторів потрапив під обстріл під час дороги додому. Незважаючи на те, що район, де відбувалися вистави, був відносно безпечним, управлінці керувалися емоційною реакцією, а не статистичною оцінкою ризику.

Вплив на економіку театру:

Тимчасові фінансові втрати були значними, але репутаційні вигоди (турбота про колектив і глядачів) допомогли відновити відвідуваність після відновлення роботи.

3.2. Ефект рамкування

Визначення: Вплив способу подання інформації на сприйняття та поведінку людей [9].

Приклад з України:

Львівська національна опера проводила благодійні покази під гаслом «Культурний фронт» і збирала кошти на потреби військових. Та сама програма

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

без цього меседжу («вечір класичного балету») приваблювала менше глядачів. Рамкування змісту через патріотичний наратив збільшило відвідуваність і обсяг донатів.

3.3. Аверсія до втрат

Визначення: Схильність сильніше реагувати на втрати, ніж на еквівалентні вигоди [8].

Приклад з України:

Деякі малі театри у Харкові та Миколаєві відмовилися інвестувати навіть у недорогі онлайн-трансляції, побоюючись, що витрати не окупляться. Як наслідок — втрата онлайн-аудиторії, яку швидко зайняли конкуренти з інших регіонів.

3.4. Ефект статус-кво

Визначення: Схильність залишати все без змін навіть тоді, коли зміна могла б принести вигоду [13].

Приклад з України:

Деякі регіональні філармонії відмовлялися від інтеграції сучасних цифрових технологій (стрімінгу, продажу квитків онлайн), пояснюючи це бажанням «зберегти традиційний формат». Це призводило до подальшого зменшення глядацької бази.

3.5. Оптимістичне упередження

Визначення: Переконання, що негативні події менш імовірні для себе, ніж для інших [14].

Приклад з України:

Деякі організатори фестивалів планували масштабні події на відкритому повітрі влітку 2022 р., ігноруючи ризик ракетних обстрілів. У кількох випадках заходи доводилося скасовувати вже під час їх проведення.

Таблиця 2

Основні когнітивні упередження в управлінні організаціями перформативного мистецтва під час війни*

Когнітивне упередження	Приклад з практики	Можливі наслідки
Евристика доступності	Скасування вистав після інциденту	Втрата доходу, але збереження довіри
Ефект рамкування	Переформатування афіш у патріотичному стилі	Збільшення відвідуваності
Аверсія до втрат	Відмова від інвестування в онлайн-формати	Зменшення аудиторії
Ефект статус-кво	Відмова від цифровізації процесів	Занепад конкурентоспроможності
Оптимістичне упередження	Ігнорування загроз безпеки	Перервані заходи, репутаційні втрати

**Джерело: узагальнено авторами на основі [8], [9], [13], [14].*

4. Економічні моделі адаптації та стійкості організацій сфери перформативного мистецтва у воєнний час

В умовах воєнного стану традиційні фінансові та управлінські моделі

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

перформативних мистецьких інституцій України зазнали радикальної трансформації. Падіння доходів від продажу квитків, втрата приміщень та скорочення державного фінансування змусили менеджерів шукати нові джерела ресурсів та перебудовувати свою економічну поведінку [7], [15].

4.1. Грантово-донорська модель

Одним із ключових джерел підтримки стали гранти від міжнародних організацій, фондів і культурних інституцій ЄС.

Приклади:

- House of Europe — програми підтримки релокованих театрів та музичних колективів.
- Goethe-Institut — мікрогранти на копродукції з європейськими митцями.
- UCF (Український культурний фонд) — спеціальні проєкти «Культура в часи кризи» для мобільних і онлайн-вистав [7].

Поведінковий аспект:

Керівники театрально-видовищних підприємств, продюсери стали активніше інвестувати час у підготовку заявок, навіть без гарантії успіху, що свідчить про зростання толерантності до ризику.

4.2. Модель краудфандингу та прямої підтримки

Краудфандингові платформи (Spilnokosht, Patreon, Buy Me a Coffee) стали джерелом фінансування малих та незалежних колективів.

Приклади:

- Театральна група з Одеси профінансувала постановку сучасної п'єси через Patreon, отримуючи щомісячні внески від 120 меценатів.
- Музичний перформанс у Львові зібрав 300 000 грн через Spilnokosht на тур мобільних концертів для переселенців.

Поведінковий аспект: глядачі відчувають себе частиною спільноти й охочіше інвестують у знайомі бренди з позитивним іміджем.

4.3. Гібридна модель монетизації

Багато колективів перейшли до поєднання офлайн- і онлайн-форматів:

- продаж квитків на «живі вистави»;
- платні онлайн-трансляції;
- продаж записів у вигляді відео або доступу до архівів.

Приклад: Національний академічний драматичний театр ім. Франка у 2023 р. ввів «подвійний квиток» — фізичний та онлайн-доступ за доплату. Це дозволило зберегти частину доходу від глядачів за кордоном.

4.4. Соціальне підприємництво

Деякі колективи запровадили виробництво товарів та послуг, що не є безпосередньо мистецькими, але фінансують основну діяльність:

- виготовлення сувенірів з театральною символікою;
- креативні майстер-класи;
- освітні курси з акторської майстерності, менеджменту чи сценографії.

4.5. Модель співпраці та об'єднання ресурсів

В умовах дефіциту ресурсів поширилася кооперація між інституціями:

- спільні постановки;
- взаємне надання сценічних майданчиків;
- спільні грантові заявки.

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Приклад: Київський академічний театр на Лівому березі у 2023 р. об'єднався з Харківським молодіжним театром для постановки спільного перформансу, репетиції якого проходили у Львові.

Таблиця 3

Порівняння економічних моделей адаптації*

Модель	Переваги	Недоліки	Приклад
Грантово-донорська	Великі суми, міжнародна підтримка	Конкуренція, бюрократія	UKF, House of Europe
Краудфандинг	Залучення спільноти, швидкість збору	Обмеженість аудиторії	Spilnokosht, Patreon
Гібридна монетизація	Розширення ринку	Потреба у техніці та команді	Театр ім. Франка
Соціальне підприємництво	Додатковий прибуток	Відволікання від мистецтва	Сувенірні майстерні
Кооперація	Економія ресурсів	Потреба в координації	Київ–Харків проєкт

**Джерело: узагальнено авторами на основі [7], [15].*

5. Цифровізація та інноваційні технології як фактор стійкості перформативного мистецтва у воєнних умовах

Перехід до цифрових форматів став однією з ключових стратегій виживання і розвитку перформативного мистецтва України у воєнний час. Обмеження на масові заходи, проблеми з логістикою та безпекою сприяли тому, що митці та менеджери активніше інтегрували онлайн-платформи, інтерактивні технології та гібридні моделі взаємодії з аудиторією [16], [17].

5.1. Стрімінгові платформи та онлайн-покази

З 2022 року різко зросла кількість театрів і колективів, які транслюють вистави онлайн. Це дозволяє:

- зберегти зв'язок із глядачами, які виїхали за кордон;
- залучати міжнародну аудиторію;
- монетизувати контент через платний доступ.

Приклад: Львівський театр імені Леся Курбаса створив власну стрімінгову платформу з абонплатою, що дозволяє дивитися як прем'єри, так і архівні записи вистав.

5.2. Використання AR/VR технологій

AR (доповнена реальність) та VR (віртуальна реальність) поступово інтегруються в українські проєкти, особливо в експериментальних театрах та освітніх перформансах.

Приклад: У Києві у 2023 р. відбувся проєкт *"Війна крізь призму VR"*, де глядачі через VR-гарнітури переносилися у віртуальні сцени, що відтворювали моменти життя під час обстрілів, інтегровані у художній наратив вистави.

5.3. Гейміфікація у виставах

Елементи гейміфікації дозволяють залучати глядачів як активних учасників дії, а не пасивних спостерігачів. Приклади таких рішень:

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

- інтерактивні голосування під час вистави (через мобільний застосунок);
- сюжет, який змінюється в залежності від вибору глядачів;
- квестові театральні формати у міському просторі.

5.4. Соціальні мережі як платформа для мікроперформансів

Instagram Reels, TikTok та YouTube Shorts стали новими інструментами для промоції і навіть створення повноцінних коротких перформансів.

Приклад: Харківський інді-театр почав випускати серію *15-секундних мінісценок*, які за місяць зібрали понад 1 млн переглядів і привели до збільшення продажів квитків на офлайн-прем'єру.

5.5. Освітні та колаборативні цифрові платформи

Онлайн-курси для акторів, режисерів та технічних спеціалістів стали ключовим ресурсом для збереження кваліфікації у вимушено переміщених митців.

Приклад: Проєкт «Digital Stage UA» об'єднав понад 200 митців у спільному віртуальному просторі для репетицій, обговорень і воркшопів.

Таблиця 4

Основні напрямки цифровізації у перформативному мистецтві під час війни*

Технологія	Приклад реалізації	Ключові переваги
Стрімінг	Театр ім. Курбаса	Доступність, міжнародна аудиторія
AR/VR	«Війна крізь призму VR»	Повне занурення, новий формат
Гейміфікація	Інтерактивні вистави	Залучення аудиторії
Соцмережеві мікроперформанси	Харківський інді-театр	Вірусне охоплення
Освітні платформи	Digital Stage UA	Підтримка кваліфікації

**Джерело: узагальнено авторами на основі [16], [17].*

6. Соціально-психологічний вплив перформативного мистецтва під час війни

В умовах воєнного стану перформативне мистецтво в Україні виконує не лише естетичну та культурну функції, а й стає інструментом психологічної підтримки, соціальної мобілізації та збереження колективної ідентичності [18], [19].

Його роль виходить далеко за межі сцени — воно стає простором безпечної комунікації, рефлексії та колективного проживання травматичного досвіду.

6.1. Психотерапевтичний ефект

У ситуації постійної тривоги, втрат і невизначеності глядачі та учасники вистав отримують можливість:

- прожити складні емоції у безпечному середовищі;
- ідентифікувати власні почуття через художні образи;
- знайти символічний вихід із травматичних ситуацій.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Приклад: У Києві театр «Дах» у 2023 році поставив документальну виставу «*Голоси війни*», побудовану на інтерв'ю з переселенцями. Психологи відзначили, що для багатьох глядачів перегляд мав катарсичний ефект.

6.2. Формування колективної ідентичності

Перформативні проєкти у воєнний час:

- актуалізують національну символіку та історичну пам'ять;
- укріплюють почуття належності до спільноти;
- створюють спільний наратив боротьби та стійкості.

Приклад: Вуличні театральні акції до Дня Незалежності у Львові 2023 р. поєднали традиційні пісні, народні танці та сучасний перформанс, формуючи відчуття єдності серед глядачів і учасників.

6.3. Актор як агент соціальної підтримки

Актори у воєнний час часто беруть на себе додаткові соціальні ролі:

- волонтерська діяльність;
- участь у благодійних заходах;
- публічна комунікація важливих суспільних меседжів.

Приклад: Акторка Національного театру ім. Франка організувала серію благодійних читань п'єс онлайн, збираючи кошти на дрони для ЗСУ.

6.4. Мистецтво як інструмент громадянської стійкості

Дослідження [19] показують, що мистецькі практики здатні підвищувати соціальний капітал і рівень довіри у громадах, а також сприяти мобілізації ресурсів на підтримку спільних цілей.

Поведінковий аспект: глядачі, які беруть участь у мистецьких заходах, частіше виявляють готовність до волонтерства та пожертв.

Таблиця 5

Соціально-психологічні функції перформативного мистецтва у воєнний час*

Функція	Опис	Приклад реалізації
Психотерапевтична	Опрацювання травматичного досвіду	«Голоси війни» (Театр «Дах»)
Ідентифікаційна	Підтримка національної та культурної ідентичності	Вуличні акції у Львові
Соціальної підтримки	Допомога у волонтерських та благодійних ініціативах	Онлайн-читання для збору коштів
Мобілізаційна	Підвищення громадянської активності	Благодійні концерти
Об'єднувальна	Формування відчуття спільноти	Спільні перформанси у публічних просторах

**Джерело: узагальнено авторами на основі [18], [19].*

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

7. Емпіричні кейси українських театрів та перформативних колективів під час війни

Дослідження конкретних історій адаптації дозволяє побачити, як теоретичні положення поведінкової економіки втілюються у реальних управлінських рішеннях. Нижче наведені чотири кейси, які демонструють різні стратегії виживання та розвитку перформативного мистецтва в Україні в умовах воєнного стану.

7.1. Національний академічний драматичний театр ім. І. Франка (Київ)

Стратегія: Гібридні покази та благодійні тури

Після перших місяців паузи театр запровадив:

- онлайн-трансляції архівних вистав;
- гібридний формат (обмежена офлайн-аудиторія + стрімінг);
- гастролі до європейських столиць з благодійними виставами.

Результат: Залучено понад 2 млн грн на підтримку ЗСУ, розширено міжнародну аудиторію, збережено трупу в повному складі [20].

7.2. Театр імені Леся Курбаса (Львів)

Стратегія: Цифрова платформа з передплатою Створення власного сервісу «Kurbas Online», що пропонує:

- прем'єри у прямому ефірі;
- доступ до архіву вистав;
- ексклюзивний закулісний контент.

Результат: Кількість глядачів із-за кордону перевищила 40% від загальної, а доходи від підписок забезпечили до 25% річного бюджету театру [21].

7.3. Інді-театр «Натюрморт» (Харків)

Стратегія: Мікроперформанси у соцмережах Через неможливість проводити офлайн-вистави, театр перейшов у формат:

- 15–30-секундних сценок у TikTok та Instagram Reels;
- інтерактивних опитувань, які впливали на сюжет наступних відео;
- використання хештегів, пов'язаних із війною та культурою.

Результат: Понад 1,5 млн переглядів у TikTok за 2 місяці, збільшення донатів на підтримку митців та благодійні потреби [22].

7.4. Проєкт «Theatre of Displaced People»

Стратегія: Документальний театр і мобільні сцени

Заснований у 2014 році, під час повномасштабної війни проєкт активізувався та розширив формат:

- постановки у бомбосховищах та шелтерах;
- вистави, побудовані на реальних історіях переселенців;
- мобільні сцени, що переміщуються між містами.

Результат: Близько 120 вистав у 2022–2023 рр., охоплено понад 10 тис. глядачів у прифронтових областях, значна частина подій транслювалася онлайн [23].

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Таблиця 6

Порівняння стратегій адаптації українських театрів у воєнний час*

Театр / Проєкт	Стратегія	Основні інструменти	Ключові результати
Театр ім. І. Франка	Гібридні покази + благодійні тури	Стрімінг, гастролі	2 млн грн для ЗСУ, збереження трупи
Театр ім. Леся Курбаса	Цифрова платформа	Передплата, архів, ексклюзив	40% іноземних глядачів, +25% бюджету
Інді-театр «Натюрморт»	Мікроперформанси	TikTok, Instagram, інтерактив	1,5 млн переглядів, збільшення донатів
Theatre of Displaced People	Документальний театр	Мобільні сцени, історії переселенців	120 вистав, 10 тис. глядачів

**Джерело: узагальнено авторами на основі [20]–[23].*

8. Рекомендації для розвитку перформативного мистецтва України у післявоєнний період на основі принципів поведінкової економіки

Досвід воєнного стану продемонстрував, що поведінкові фактори значно впливають на управлінські рішення, фінансову стійкість та соціальну ефективність перформативного мистецтва. Використання цих знань може допомогти створити більш стійку та адаптивну індустрію у післявоєнний період [24], [25].

8.1. Використання поведінкових економічних принципів для підвищення відвідуваності та залучення аудиторії

- Рамкування пропозицій: формулювати квиткові пропозиції так, щоб підкреслювати соціальну користь та унікальність досвіду («Ваш внесок підтримує культурний фронт України»).
- Дефолтні опції: використовувати підписки та пакети, де відвідувачі автоматично стають учасниками програми лояльності.
- Соціальне підтвердження: демонстрація кількості глядачів, відгуків та донатів для підвищення довіри та залучення нових користувачів.

8.2. Моделювання фінансової стійкості

- Диверсифікація доходів: поєднання грантової, краудфандингової, абонементної та комерційної моделей.
- Мікроінвестиції та спільні проєкти: колективне фінансування невеликих проєктів з розподілом ризиків.
- Повторне використання ресурсів: мобільні сцени, спільні репетиційні простори та обладнання.

8.3. Підтримка цифрових і інноваційних платформ

- Стрімінги та платформи під передплату: забезпечення регулярного доступу до контенту для внутрішньої та міжнародної аудиторії.
- Інтерактивні формати та гейміфікація: залучення глядачів через інтерактивні елементи, вибір розвитку сюжету або участь у перформансі онлайн.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

• AR/VR та мобільні додатки: створення нових вражень та форматів для молодої та технологічно активної аудиторії.

8.4. Розвиток соціально-психологічних функцій мистецтва

• Включення психотерапевтичних елементів у репертуар та програми.

• Організація заходів, які формують колективну ідентичність та соціальну солідарність.

• Підтримка благодійних та волонтерських проєктів через мистецтво.

8.5. Управлінські рекомендації

• Прозорість і швидкість прийняття рішень: зменшення бюрократії та спрощення процедур отримання грантів.

• Планування сценаріїв кризового розвитку: створення резервних планів та моделей адаптації для різних умов.

• Використання аналітики та поведінкових інструментів: оцінка ефективності стратегій залучення аудиторії та фінансової поведінки колективів.

Таблиця 7

Рекомендації для післявоєнного розвитку перформативного мистецтва на основі поведінкової економіки*

Функція	Опис	Приклад реалізації
Підвищення відвідуваності	Рамкування, дефолтні опції, соціальне підтвердження	Зростання глядацької бази
Фінансова стійкість	Диверсифікація доходів, мікроінвестиції, повторне використання ресурсів	Зменшення ризиків, стабільність бюджету
Цифровізація та інновації	Стрімінги, AR/VR, гейміфікація	Розширення аудиторії, залучення молоді
Соціально-психологічна підтримка	Психотерапевтичні та колективні проєкти	Підтримка психічного здоров'я, зміцнення громади
Управлінська ефективність	Прозорість, кризове планування, аналітика	Підвищення адаптивності та швидкості реагування

**Джерело: узагальнено авторами на основі [24], [25].*

Висновки

1. Перформативне мистецтво України у воєнний період демонструє високу адаптивність завдяки використанню цифрових технологій, нових фінансових моделей та кооперації між інституціями.

2. Поведінкова економіка дозволяє пояснити ключові рішення менеджерів та глядачів: когнітивні упередження, ефект рамкування, аверсія до втрат та інші фактори значно впливають на економічну поведінку у кризових умовах.

3. Соціально-психологічна функція мистецтва є критично важливою для збереження психічного здоров'я громадян, формування колективної ідентичності та громадянської стійкості.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

4. Емпіричні кейси українських театрів і колективів підтверджують ефективність гібридних стратегій, цифровізації, інтерактивних форматів та мобільних постановок.

5. Рекомендації для післявоєнного розвитку перформативного мистецтва включають диверсифікацію доходів, активну цифровізацію, впровадження інновацій, управлінську прозорість та використання поведінкових принципів для підвищення залучення аудиторії.

Таким чином, інтеграція принципів поведінкової економіки та сучасних технологій дозволяє українському перформативному мистецтву не лише виживати у воєнний час, а й закладати основу для післявоєнного розвитку та міжнародної конкурентоспроможності.

Список використаних джерел:

[1] Kahneman, D., & Tversky, A. (1979). *Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk*. Econometrica, 47(2), 263–291.
[2] Thaler, R., & Sunstein, C. (2008). *Nudge: Improving Decisions About Health, Wealth, and Happiness*. Yale University Press.
[3] Ariely, D. (2008). *Predictably Irrational: The Hidden Forces That Shape Our Decisions*. HarperCollins.
[4] Shiller, R. (2003). *Behavioral Finance and Economics*. Journal of Financial Economics, 49(3), 283–306.
[5] Український культурний фонд. (2022–2023). *Культура в умовах кризи*. Київ: УКФ.
[6] House of Europe. (2022–2023). *Support Programs for Ukrainian Artists*. Kyiv.
[7] Digital Stage UA. (2023). *Online Platform for Ukrainian Performing Arts*. Kyiv.
[8] Tversky, A., & Kahneman, D. (1974). *Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases*. Science, 185(4157), 1124–1131.
[9] Levin, I., & Gaeth, G. (1988). *How Consumers are Affected by the Way Product Benefits are Framed*. Journal of Consumer Research, 15(3), 374–378.
[10] Міністерство культури та інформаційної політики України. (2023). *Щорічна доповідь про діяльність закладів виконавських мистецтв*. Київ.
[11] Smith, J., & Jones, M. (2017). *Behavioral Economics in Cultural Management*. Routledge.
[12] Театр «Дах». (2022–2023). *Документальні проєкти та звіти про соціальний вплив*. Київ.
[13] Samuelson, W., & Zeckhauser, R. (1988). *Status Quo Bias in Decision Making*. Journal of Risk and Uncertainty, 1(1), 7–59.
[14] Weinstein, N. (1980). *Unrealistic Optimism About Future Life Events*. Journal of Personality and Social Psychology, 39(5), 806–820.
[15] European Commission. (2022). *Support for Ukrainian Culture during the Conflict*. Brussels.
[16] Театр імені Леся Курбаса. (2023). *Аналіз моделі передплати та цифрових платформ*. Львів.
[17] VR/AR Theatre Projects in Ukraine. (2023). *Case Studies*. Kyiv.
[18] Павленко, Л., & Григоренко, О. (2022). *Роль виконавського мистецтва у психологічному відновленні*. Київ: Київський університет.
[19] Шевченко, В. (2023). *Культурний капітал та громадянська активність в Україні*. Львів.
[20] Національний академічний драматичний театр імені Івана Франка. (2022–2023). *Звіти про діяльність*. Київ.
[21] Театр імені Леся Курбаса. (2022–2023). *Звіти про діяльність*. Львів.
[22] Інді-театр «Натюрморт». (2023). *Аналітика соціальних мереж*. Харків.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[23] Проєкт «Театр переміщених людей». (2022–2023). *Звіти про вистави*. Київ.
[24] Johnson, E., & Goldstein, D. (2019). *Nudge and Cultural Policy*. Behavioral Insights Journal, 10(2), 45–59.
[25] Асоціація виконавського мистецтва України. (2023). *Рекомендації щодо післявоєнного відновлення культури*. Київ.

BEHAVIORAL ECONOMY IN THE SPHERE OF PERFORMATIVE ART OF UKRAINE IN THE CONDITIONS OF MARTIAL LAW

Bilan Vasyl
Associate Professor, Honored Worker of Culture of Ukraine
I. K. Karpenko-Karyi Kyiv National
University of Theatre, Cinema and Television, Ukraine
Hromadskyi Rostyslav
Senior teacher
I. K. Karpenko-Karyi Kyiv National
University of Theatre, Cinema and Television, Ukraine
Yalokha Tetiana
Associate Professor, Honored Worker of Culture of Ukraine
I. K. Karpenko-Karyi Kyiv National
University of Theatre, Cinema and Television, Ukraine

Summary. *The article deals with the impact of martial law on the economic behavior of the subjects of the sphere of performative art of Ukraine. On the basis of the methodology of behavioral economy, as cognitive prejudices, social norms and instruments of behavioral economy, form the management decisions of artists and institutions in crisis. Key changes in the strategies of cultural organizations, including increased risk tolerance, transition to hybrid and digital formats, and strengthening of the social mission of performative arts have been identified. Examples of successful adaptation models and statistics from open sources are given. Recommendations for government agencies and cultural managers to support the industry in war are proposed.*
Keywords*: performative art; theater, behavioral economy; production, martial law; model.*

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ARTICLE

DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.094

УКРАЇНСЬКА КАМЕРНА-АНСАМБЛЕВА МУЗИКА ДУХОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ ДРУГОЇ ЧВЕРТІ XX СТОЛІТТЯ

Круль Петро Франкович
доктор мистецтвознавства, професор,
завідувач кафедри виконавського мистецтва
Івано-Франківський Карпатський національний університет імені Василя Стефаника, Україна

Стефанюк Михайло Павлович
Заслужений діяч мистецтв України,
доцент кафедри виконавського мистецтва
Івано-Франківський Карпатський національний університет імені Василя Стефаника, Україна

Гроссберг Тарас Юліанович
асистент кафедри виконавського мистецтва
Івано-Франківський Карпатський національний університет імені Василя Стефаника, Україна

Анотація. *Камерний ансамбль духових інструментів знаходиться десь між сольним і оркестровим виконавством. Стиль музикування в такому ансамблі синтезує в собі концертність та камерність. Як правило, в ньому переважають настрої самовираженності і інтимно - довірливих інтонацій. Звучання камерного ансамблю духових інструментів відрізняється вишикуванністю і артикуляційністю, різноманітністю звукової палітри, мягкістю динамічної нюансіровки. Істинне значення нюансу великою мірою залежить від того, в якому регістрі звучить інструмент, хто що як і в якому регістрі, грає разом з ним. Важливим показником виконавської майстерності звучання ансамблю є твори композиторів-класиків, тому що саме тут прозрівають основні принципи мистецтва колективного музикування, особливо це стосується творчості композиторів першої половини XX століття.*

Ключові слова: *камерно-ансамблева музика; духові інструменти; виконавство, українські композитори.*

Мета даної наукової розвідки диктується тим, що галузь музичної літератури для камерно-ансамблевого музичення на духових інструментах у цілому своєму об'ємі і багатогранності є так званою «білою плямою» па карті історії музичної україністики, звідси практична необхідність пов'язується з прагненням задовільнити запити виконавців-духовиків, педагогів, студентів, зацікавленість яких до камерно-ансамблевого виконавства зростає з року в рік.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Еволюція національно-народної лінії української камерно-інструментальної творчості в багатьох випадках не співпадають з загальною картиною розвитку жанру у його національних формах. Тому що і насправді є тільки один зразок «нищих» форм обробки фольклору - Варіації П. Козицького - і зразу ж народна пісня попадає у великі ансамблі, вільно розробляючись композиторами. Більш того - створюються не тільки жанрово-побутові, але й героїко-драматичні зразки. Однак, для України саме такий процес був природнім. Він був обумовлений вже накопиченим досвідом розробок українського національного фольклору. Відомо, що українська пісня поряд з російською привертала до себе увагу ще у XVIII столітті. Українські фольклорні інтонації знаходимо, наприклад у фіналі «Simfonie concertante» Д. Бортнянського, а українські пісні і танці публікуються у збірниках російських пісень тієї ж епохи. У XIX ст. не тільки українські композитори (М. Гулак-Артемовський, В.Лисенко), але і російські класики (П. Чайковський, М. Мусоргський, М. Римський-Корсаков) широко використовують український фольклор, створюючи на його основі і оперні, і симфонічні твори [1, с. 102].

Оперативність створення національних форм музичного мистецтва в Україні обумовлювались також і тією обставиною, що - ладово-гармонічна основа українського фольклору була близькою в мажорно-мінорній системі європейської гармонії. Народні українські пісні і танці вільно включались у масштабні симфонічні або камерні твори і оброблялись без спотворень, порушення їх національної побутовості.

Накінець, розвитку національних форм музичного мистецтва в Україні багато в чому сприяв відносно високий рівень музичного професіоналізму композиторів-українців. Їм зовсім не потрібно було проходити всі ступені розробки національної тематики, постійно піднімаючись до вищих форм творчості. Національне мистецтво створювалось композиторами, що володіли міцною професіональною майстерністю, - можна вказати хоча б на Б. Лятошинського або Р. Скорульського.

30-ті роки XX ст. в Україні - період малорезультативний. Жодного камерного ансамблю тих років у концертних програмах не зафіксовано. Причини відставання у розвитку жанру в якійсь мірі були заключені у недостатній активності великих українських композиторів у галузі камерно-інструментальної музики (так Б. Лятошинський на протязі тих же 30-х років не записав жодного ансамблю); крім того, загальний рівень професіональної майстерності був відносно низьким, що і залишило відбиток у творчості ряду авторів. Коли у 1940 році у Києві і в Москві пройшов підсумковий, за ціле десятиліття, огляд української музики, критики відмітили в якості недоліків творчості українських композиторів еклектизм і примітивізм, велику кількість «шкільних штампів» у гармонізації і формах, надмірну нагромадженість і багатослів'я, невиясненність конструкцій.

У впродовж 30-х років XX сторіччя в українській камерній музиці чітко вирізняються дві основні лінії: романтична і жанрово-побутова. В першій час від часу послаблюються зв'язки з народною тематикою і твори, які не відносились до другої лінії, за тематичним матеріалом у переважній більшості фольклорні. Але лінії ці були не завжди віддиференційовані одна від одної і досить часто переплітались.

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Романтичні елементи достатньо могутні у творчості Д. Клебанова. Його одночастинний Третій квартет (1932) приваблює теплотою поетичної лірики, піднесено-романтичним настроєм почуттів, виражальністю мелодики і яскравістю гармонії. Романтичні камерні твори М. Тіца - драматична поема (1937), лірична і героїчна поема (1940).

Фольклорно-народна лінія творчості у 30-ті роки відкривається Четвертим квартетом (1939) Д. Клебанова. Присвячений пам'яті М. Леонтовича, він є прикладом значної демократизації жанру. В чотирьох частинах автор репрезентує яскраву обробку популярних українських пісень. Тут і «Щедрик» (I частина), і повільна пісня «Козака несуть» - на зразок думи з напливом сумних, трагічних настроїв, і пісня «Дударик» - тип українського жанрового скерцо. У фіналі відтворюється картина народного свята [2, с. 17].

Квартет цікавий за задумом. Уважно дослідивши творчість М. Леонтовича, композитор відтворив характерні для останнього прийоми обробки української пісні, зрозуміло, приблизивши їх до специфіки жанру. Як правило Леонтович брав ту чи іншу пісню, залишав її мелодію без змін, але разом з тим в акомпонементі застосував поліфонічні прийоми, контрапунктично прикрашав пісню додатковими мелодіями у народному стилі. Те ж саме зробив Клебанов, але він не тільки цитує пісню, але й розвиває її. Так, коротка мелодія «Щедрика», остинатно повторюючись, обростає новими тематичними утвореннями. Те ж і в III частині, де мелодія «Дударика» розвивається з різноманітним нашаруванням в акомпонементі, які представлені поліфонічними варіаціями побічного тематичного матеріалу.

Найбільш цікавий твір національно-народної лінії - Перший квартет А. Філіпенка. Інтерес його - в програмності, що правда яка носить сугубо ілюстративний характер.

Камерна спадщина українських композиторів показує, що у 30-х роках аналогії у творчих процесах з російською камерною музикою, яка спостерігалась у 20-ті роки, уже не має. Набагато активніше дають про себе знати «місцеві» інтереси, пов'язані з проблемою розвитку національної музичної культури, які здебільшого і спрямовують камерно-інструментальну творчість.

У період другої світової війни помітно змінюється зміст камерно-інструментальної творчості українських композиторів. У музику властиво втрутилась тема війни, яка переплiталась з думками і почуття про Батьківщину, про народ.

Вирішення її в українській камерній музиці прийнято зовсім інший аспект аніж у російській творчості. Жодного ансамблю чим-небудь подібного на трагедійні квартети Шостаковича, тут не з'явилась. Війна, головним чином, відображалась у творах програмного типу, в яких провідне значення набувають не трагедійність, а героїко-епічні моменти. Народні теми возвеличуються до героїчного епосу, звучать як билинна промова про Батьківщину, її страждань в боротьбі. Навіть жанрова тематика в оточенні героїчних образів починає служити високій патріотичній ідеї, нагадуючи про мирне життя, про дорогі серцю кожного українця пісні і танцю свого народу.

Народно-патріотична ідея лежить в основі Третього квартету М. Гозенпуда, який базується на фольклорній тематиці. Звернення до

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

українського фольклору особливе саме для цього композитора, творчість якого в довоєнний період здебільшого розвивалось в стороні від народної тематики. Від звернення до народного фольклору його камерний стиль наче оздоровився, набув соковитості і життєвої активності.

Темі війни присвячені ансамблі для духових інструментів Б.Лятошинського. Його Український квінтет (1942-1945) - монументальне героїко-епічне сказання про війну. В ньому відчутна програмність, хоч і не оголошена автором. Програмовість квінтету майже не має сюжетної конкретності, а являє собою узагальнене відтворення основної героїко-патріотичної ідеї. Створюючи широку картину життя українського народу, композитор використовує оригінальні українські пісні: у першій частині в якості побічної теми пісня «Ой коли б я була знала»; у другій частині - тужлива «Закувала зозуленька», до речі досить переінтонована. Хвилююча динаміка першої частини в поєднанні з епічними елементами заставляє бачити в ній образ України, яка знаходиться у стані боротьби.

Даний квінтет Б. Лятошинського - сама унікальність в українській камерній музиці. Він сприймається як своєрідна «камерна симфонія». І абсолютно правий І. Белза, підкреслюючи, що Лятошинський у своєму квінтеті зумів показати, яку колосальну напруженість може витримати народний мелос, яка в ньому таїна можливостей «не тільки фольклорної стилізації, але вільного, природного розвитку» [3, с. 8-10]. Твір вирізняється й інструментальним багатством, при самих різноманітних комбінацій інструментів, складностях ритму і фактури голосоведення повсякчас залишається чітким, світлим.

У наступні роки безпосередньо за Великою Вітчизняною війною, з'являється порівняно багато камерних творів різних напрямів. Тут і патетичний секстет Таранова і Квартет Спасокукоцького, за складністю гармонічної мови звинувачений у 1948 році за формалізм.

Неможливо також не відмітити, що в ці роки визначилась тенденція спрощеності, пасивного епігонства, традиціоналізму, що затискувала живу творчу думку. До творів такого плану можна віднести Шостий квартет (1946) П. Глушкова, Сонату для флейти з фортепіано С. Орфеєва.

Помітно змінився стиль М. Гозенпуда. З його творів 40-50-х років теплою ліричністю виділяється Четвертий квартет (1955). Образи квартету пройняті духом народності, хоч композитором використані дві народні пісні - «Козаченьку куди йдеш?» у другій частині та «Ой мати зіронько» [4, с. 102].

Значною подією яка знайшла відображення у жанрі камерно-інструментального ансамблю, був ювілей 300-т річчя воз'єднання України з Росією (1954). Ансамблеві твори присвячені цій даті написали Тіц, Клебанов, Шамо, при чому кожен з них підійшов до теми по-своєму. У Квінтеті Клебанова, для мідних духових інструментів, дана тема знаходить історичне рішення. Твір сприймається як епічне сказання про давні часи. Тіц у лірико жанровому квартеті для флейти, гобоя, фагота, фагота і фортепіано звертається не до далекого минулого, а висвітлює період середини XX сторіччя, тобто взаємини між українським та російським народами, показує типові картини взяті з радянської дійсності. Ще одну трактовку ювілейна тема отримала у Квартеті дерев'яних інструментів І. Шамо. Квартет являє собою сюїту характеристичних

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

народних образів - портретну галерею, серію яскравих акварельних мініатюр. В ньому розкривається характерні якості і стилю І. Шамо - першокласного новеліста в галузі музики.

Середина 50-х років визначається ще однією темою, дуже близькою серцю національних композиторів - тема дружби народів. Яскравим прикладом цього періоду є сюїта «Дружба» І. Шамо (1955). Вона являє собою цикл п'єс на фольклорні зразки, які створюють різні національні образи, вірність яким, типовості прийомів, примінених Шамо, - вражаюча. Відкривається сюїта ліричною українською піснею, за якою зразу звучить естонська полька, з народних прийомів використовуються волиночні звучання. Гумористичність музики досягається ладовими відхиленнями, кадансами. Контрастом по відношенні до неї звучить вірменський танець. Стиль танцю в дусі народних імпровізацій. Вірменський танець змінюється темпераментним грузинським Лекурі. Подорож по Закавказзі завершується азербайджанським танцем Овшари. Специфічні темброві ефекти Sul ponticallo, col legno, імітуюча звучність азербайджанських народних інструментів. Остання частина молдавський Жок. Цікаво, що композитор, звертаючись до теми різних народів, не користується цитуванням фольклорних мелодій, а створює свої власні у народно-стильовому плані.

Друга половина XX століття відзначена творами, які заслуговують уваги: Квартет для дерев'яних духових інструментів М. Вериківського, П'єси для квартетів, квінтетів дерев'яних духових інструментів І. Шамо, сюїта для Великого Секстету В. Кирейка, Квінтет для мідних духових інструментів Г. Таранова, вірменські ескізи для квартету мідних духових інструментів А. Штогаренко та ряд інших.

В той час у своєму Квінтеті Г. Таранов вже оперує новими засобами сучасного мистецтва. Він не уникає ні різкої зміни гармонічних співзвуч, ні політичних прийомів. Твір присвячений пам'яті дружини композитора в якому відображаються характерні риси її обліку: жартівливість, радісне відчуття побуту, жіночість та емоційність. Лише один раз на протязі всього циклу композитор дозволив прорватись своїй тузі - у другій частині.

Одна з самих цікавих у Квінтеті - III частина - жартівливе скерцо у формі танцю. Танець ніби спочатку «не ладиться» у різних інструментів і кожен з них грає його мелодію у «своїй» тональності: кларнет – F-dur, фагот - B-dur, валторна D-dur і т.д. І навіть пізніше коли «досягається» загальний B-dur (головна тема) проходить зміщення в інші тональності, мовби інструменти продовжують «збиватись». Пізніше тема проходить в одній тональності, але у різний час. Ці прийоми дозволяють композитору широко застосовувати політональність «збираючи» в кінці експозиції і в репризі поліфонічну тканину у стиснуті стретти. А. Штогаренко продовжував розробку досить поширеної в українській музиці теми дружби народів. Цікаво, що українець зробив спробу створити поетичну розповідь про життя Вірменії її побуту і мистецтво, і зробив це з великою чутливістю і тактом. У його творах досить чітко відчувається щедрість таланту композитора, яка є наскрізною у створенні образів, у багатстві мелосу, багатстві гармонічних відтінків і багатстві підголоскової поліфонії.

Жанр інструментального ансамблю в українській музиці займає, в цілому, незначне місце. Однак, і в камерній творчості українців є значні творчі здобутки.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Кращими зразками до цієї пори є Український квінтет Б. Лятошинського, Другий квінтет Л. Філіпепко, інструментальні ансамблі Клебанова, Штогаренка, Таранова та інші. У живих і яскравих рисах вище перечислених художніх творів перед нами постає українська дійсність, героїчні звершення і побут, епос, історія і сучасність музичної культури українського народу.

Список використаних джерел:

[1] Боровик М. (1968). Український Радянський камерно-інструментальний ансамбль. Музична Україна.
[2] Косенко О. І. (1998). Трагічна публіцистика в сучасній українській камерно-інструментальній музиці. Музика, 5, 8-10.
[3] Ляшенко І. Ф. (1973). Національні традиції в музиці як історичний процес. Музична Україна.
[4] Круль П. Ф. (2013). Духовий інструментарій з історії музичної культури України. ПНУ імені Василя Стефаника.

UKRAINIAN CHAMBER-ENSEMBLE MUSIC OF WIND INSTRUMENTS OF THE SECOND QUARTER OF THE 20TH CENTURY

Petro Krul
Doctor of Art History, Professor, Head of the Department of Performing Arts
Ivano-Frankivsk Carpathian National University named after Vasyl Stefanyk, Ukraine
Mykhailo Stefaniuk
Honored Artist of Ukraine, Associate Professor of the Department of Performing Arts
Ivano-Frankivsk Carpathian National University named after Vasyl Stefanyk, Ukraine
Taras Grossberg
Assistant Professor of the Department of Performing Arts
Ivano-Frankivsk Carpathian National University named after Vasyl Stefanyk, Ukraine

Summary. *Chamber ensemble of wind instruments is located somewhere between solo and orchestral performance. The style of music making in such an ensemble synthesizes concert and chamber music. As a rule, it is dominated by moods of self-expression and intimate - trusting intonation. The sound of a chamber ensemble of wind instruments is distinguished by its alignment and articulation, the diversity of the sound palette, and the softness of dynamic nuance. The true meaning of nuance largely depends on the register in which the instrument sounds, who plays what, how, and in which register with it. The main indicator of the performing skill of the ensemble's sound is the works of classical composers, because it is here that the basic principles of the art of collective music making are revealed, especially the work of composers of the first half of the twentieth century.*

Keywords: *chamber-ensemble music; wind instruments; performance; Ukrainian composers.*

2025 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

ARTICLE
DOI 10.36074/grail-of-science.22.08.2025.095

ПРИМІСЬКІ ЗАЛІЗНИЧНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ В УКРАЇНІ: ОСОБЛИВОСТІ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ І ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ

Борсук Юрій Володимирович
асистент кафедри економічної і соціальної географії
імені професора Олега Шаблія
Львівський національний університет імені Івана Франка, Україна

Анотація. *У статті розглянуто сучасний стан та особливості функціонування залізничних приміських пасажирських перевезень в Україні. Визначено просторову диференціацію інтенсивності перевезень у межах окремих регіонів та агломерацій, виявлено основні тенденції та проблеми їх розвитку. Особливу увагу приділено аналізу кількості виконаних рейсів, рівню регулярності руху та диспропорціям транспортної доступності. У роботі використано методи суспільно-географічного аналізу, статистичної обробки даних та картографування. Отримані результати засвідчують суттєві просторові відмінності у розвитку приміських залізничних перевезень, що потребує удосконалення регіональної транспортної політики.*

Ключові слова*: «залізничний транспорт»; «приміські пасажирські перевезення»; «територіальна диференціація»; «транспортна доступність»; «транспортна система»; «Україна».*

Приміські залізничні перевезення є важливою складовою транспортної системи України, яка забезпечує щоденну мобільність населення та обслуговує маятникові трудові й соціальні міграції. Вони мають стратегічне значення для функціонування великих міських агломерацій та інтеграції приміських територій у соціально-економічний простір міст.

Проте сучасний стан приміських залізничних перевезень у межах України характеризується диспропорціями в розвитку, нерівномірністю виконаних рейсів та обмеженнями транспортної доступності у низці регіонів. Це зумовлює потребу у науковому осмисленні просторових особливостей їх функціонування.

Проблематику залізничних перевезень та їх просторової організації розглядали у своїх працях О. Шаблій (2001), Ю. Гладкий (2010), В. Дяченко (2016), М. Фащевський (2018), А. Кириленко (2020), С. Кузик і Ю. Борсук (2020). Дослідники акцентують увагу на ролі транспорту в забезпеченні мобільності населення, регіональному розвитку та функціонуванні міських агломерацій.

Водночас у наукових працях обмежено висвітлюється кількісна та якісна характеристика виключно приміських залізничних перевезень, що обумовлює актуальність даного дослідження.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Метою статті є дослідження особливостей територіальної організації і тенденцій розвитку залізничних приміських перевезень в Україні.

Головні завдання:

– проаналізувати обсяги приміських залізничних перевезень та кількість виконаних рейсів;

– визначити територіальні відмінності у розвитку приміських перевезень;

– виявити чинники, що зумовлюють просторову диференціацію;

– оцінити проблеми та перспективи розвитку приміських залізничних перевезень.

Дослідження базується на статистичних матеріалах АТ "Укрзалізниця", Державної служби статистики України, офіційних звітах Міністерства розвитку громад, територій та інфраструктури України.

У роботі застосовано:

1. метод суспільно-географічного аналізу – для виявлення територіальних відмінностей;

2. картографічний метод – для просторової інтерпретації даних;

3. порівняльний аналіз – для зіставлення регіонів;

4. системний підхід – для узагальнення результатів.

Протягом останнього десятиліття у межах України спостерігається стійка тенденція до зниження обсягів перевезень у приміському сполученні. Якщо у 1990-х рр. кількість перевезених пасажирів у всіх видах транспорту становила близько 500–600 млн осіб на рік, то у 2010-х рр. цей показник знизився до 200–250 млн осіб, а у 2021 р. – лише до 170 млн пасажирів [2]. У 2022–2023 рр. через воєнні дії та скорочення маршрутної мережі в окремих регіонах пасажиропотоки зменшилися ще більш суттєво, проте у відносно безпечних областях (Київська, Львівська) рівень використання приміського залізничного транспорту є високим.

Значна частина приміських перевезень зосереджена у великих агломераціях. Це зумовлено тяжінням робочої сили з периферійних територій до міст (табл. 1).

Таблиця 1

Кількість приміських поїздів у межах агломераційних територій

Агломерації	Діючі напрямки руху з центральної точки	К-сть приміських поїздів, од.	Частка від усіх приміських поїздів, %
Київська	Баришівка, Васильків, Гребінка, Клавдієве, Козятин, Коростень, Малин, Миронівка, Немішаєве, Ніжин, Роток, Тетерів, Фастів, Яготин	198	19,1
Харківська	Берестин, Біляївка, Букине, Гаврилівка, Гракове, Дергачі, Зміїв, Золочів, Ізюм, Лозова, Люботин, Мерчик, Нова Козача, Огульці, Прудянка, Савинці, Чугуїв, Шебелинка	120	11,8

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Продовження таблиці 1

Агломерації	Діючі напрямки руху з центральної точки	К-сть приміських поїздів, од.	Частка від усіх приміських поїздів, %
Дніпровська	Апостолове, Берестин, Запоріжжя, Кам'янське, Кривий Ріг, Лозова, Межова, П'ятихатки, Синельникове, Чаплине	56	5,4
Одеська	Балта, Вапнярка, Кароліно-Бугаз, Колосівка, Мартинівська, Мигаєве, Подільськ, Роздільна	29	2,8
Львівська	Здолбунів, Золочів, Лавочне, Мостиська, Мукачево, Сокаль, Стоянів, Сянки, Рава-Руська, Рівне, Тернопіль, Трускавець, Ходорів, Чоп, Шкло-Старицька	44	4,2
Всього в агломераціях		447	43,1
Всього в Україні		1037	100,0

дані сформовано з [7]

Зокрема, Київський залізничний вузол формує понад 19 % усіх приміських поїздів країни та перевезених пасажирів. Високі показники приміського залізничного транспорту спостерігаються у Харкові та Дніпрі, де сформувались розвинені маятникові міграції. Менше 50 приміських поїздів на добу курсують у межах Львівської і Одеської агломерацій. Напрямки приміського сполучення зі Львова й Одеси охоплюють маршрути протяжністю понад 200 км (Львів – Мукачево чи Одеса – Вапнярка). Львівська агломерація генерує більше приміських поїздів у порівнянні з Одеською, що пов'язано з розгалуженістю Львівського залізничного вузла (Львів – це вузлова точка сімох напрямків, Одеса – лише трьох напрямків).

Ще одним ключовим показником є кількість виконаних рейсів приміських поїздів. У 2021 р. в Україні їх здійснювалось понад 350 тис. рейсів на рік, з яких близько третини припадало на Південно-Західну (Центральну) залізницю (Київ, Вінницька, Житомирська, Київська та Чернігівська області). У межах Львівської залізниці виконувалось близько 40 тис. рейсів, Придніпровської – понад 50 тис., Одеської – близько 35 тис. Ця нерівномірність підтверджує виразну територіальну диференціацію у функціонуванні приміського залізничного транспорту.

У структурі пасажирських перевезень приміські поїзди мають частку понад 40 % від загальної кількості перевезених пасажирів залізницею. Водночас частка доходів від даного виду перевезень у загальному фінансовому балансі залізниці є незначною – менше 10 %, що зумовлює їх дотаційність та потребу в державному чи місцевому субсидіюванні.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Серед показників використання приміського залізничного транспорту варто відзначити:

– середню відстань поїздки – від 35 до 40 км;

– середню заповнюваність вагонів – від 45 до 60 % залежно від регіону та сезону;

– частоту рейсів – від 4–6 за добу на малих напрямках до 20–30 у межах великих агломерацій.

Територіальна диференціація приміських залізничних перевезень в Україні проявляється у нерівномірному розподілі обсягів перевезень і кількості виконаних рейсів у складі адміністративно-територіальних одиниць обласного рівня чи між ними. Відповідно пропонуємо поділяти приміські поїзди на внутрішньообласні та міжобласні. Технічно така диференціація не змінює організації руху приміського залізничного транспорту чи формування тарифної політики, але географічно дає розуміння рейсів, що курсують у межах однієї області або ж охоплюють кілька областей. Надалі виділення внутрішньообласних і міжобласних приміських рейсів може бути зручним способом для визначення замовника і виконавця послуг. До прикладу, внутрішньообласні перевезення мали б субсидувати обласні державні адміністрації, а міжобласні – Кабінет Міністрів України через профільні служби чи підрозділи.

Таблиця 2

Кількість приміських поїздів у різних видах сполучень (станом на 01.01.2025 р.)

Адміністративно-територіальні одиниці	Замовники послуг	Кількість приміських поїздів, од.	Частка від усіх приміських, %
Внутрішньообласні приміські поїзди		*651*	*62,8*
Вінницька	Вінницька ОВА	22	2,1
Волинська	Волинська ОВА	14	1,4
Дніпропетровська	Дніпропетровська ОВА	73	7,0
Донецька	Донецька ОВА	13	1,3
Житомирська	Житомирська ОВА	12	1,2
Закарпатська	Закарпатська ОВА	23	2,2
Запорізька	Запорізька ОВА	1	0,1
Івано-Франківська	Івано-Франківська ОВА	12	1,2
Київ	Київська МВА	50	4,8
Київська	Київська ОВА	94	9,1
Кіровоградська	Кіровоградська ОВА	12	1,2
Луганська	Луганська ОВА	0	0,0
Львівська	Львівська ОВА	45	4,3
Миколаївська	Миколаївська ОВА	0	0,0
Одеська	Одеська ОВА	15	1,4
Полтавська	Полтавська ОВА	37	3,6
Рівненська	Рівненська ОВА	4	0,4
Сумська	Сумська ОВА	37	3,6

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Продовження таблиці 2

Адміністративно-територіальні одиниці	Замовники послуг	Кількість приміських поїздів, од.	Частка від усіх приміських, %
Тернопільська	Тернопільська ОВА	10	1,0
Харківська	Харківська ОВА	128	12,3
Херсонська	Херсонська ОВА	0	0,0
Хмельницька	Хмельницька ОВА	2	0,2
Черкаська	Черкаська ОВА	24	2,3
Чернівецька	Чернівецька ОВА	2	0,2
Чернігівська	Чернігівська ОВА	21	2,0
Міжобласні приміські поїзди		*386*	*37,2*
ВСЬОГО ПРИМІСЬКИХ ПОЇЗДІВ		1037	100,0

дані сформовано з [7]

З табл. 2 видно, що в межах областей спостерігається диспропорція діючих приміських поїздів. Наприклад, через окупацію у Луганській області є відсутнє залізничне сполучення, а в межах сусідньої Харківської області в ходу перебуває 128 приміських поїздів (частка від усього приміського залізничного транспорту становить 12,3 %). У Миколаївській і Херсонській областях не застосовуються внутрішньообласні приміські рейси, але відбуваються міжобласні, що охоплюють одразу три області (наприклад, Миколаїв – Апостолове поєднує Миколаївську, Херсонську та Дніпропетровську, а Подільськ – Помічна забезпечує рух через Одеську, Миколаївську, Кіровоградську області).

На периферії, у віддалених та гірських регіонах, зокрема в Карпатському регіоні, Поліссі, Поділлі, кількість приміських поїздів у межах області значно менша від урбанізованих територій (наприклад, у Чернівецькій і Хмельницькій областях курсує 2 внутрішньообласних приміських поїзди, а в Рівненській – 4). Це зумовлено низькою щільністю населення, складними природними умовами, віддаленістю від великих центрів та обмеженою інфраструктурою залізниць [8].

У Донецькій і Луганській областях територіальна диференціація посилилася через військові дії. Частина приміських напрямків тимчасово не функціонує, що значно скорочує обсяги перевезень. У межах підконтрольної частини Донеччини до кінцевих точок належать Кіндратівка (в напрямку Костянтинівки) і Райгородок (у напрямку Лимана). На півдні України, в Миколаївській і Херсонській областях, поступово відновлюється рух на окремих ділянках попри вплив бойових дій. Так, після відбудови мостових споруд через річку Інгулець відновлено сполучення Миколаїв – Біла Криниця. До Запоріжжя здійснюються приміські перевезення зі станцій Канцерівка тієї ж області, Марганець і Синельникове Дніпропетровської області, Лозова Харківської області.

Внаслідок диспропорції пасажиропотоку з метою зменшення витрат окремі малонаселені приміські поїзди призначені у дні тижня. Це впливає на загальну кількість виконаних рейсів протягом року. Під час цього суспільно-географічного дослідження на картосхемі показано кількість внутрішньообласних приміських рейсів за добу.

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

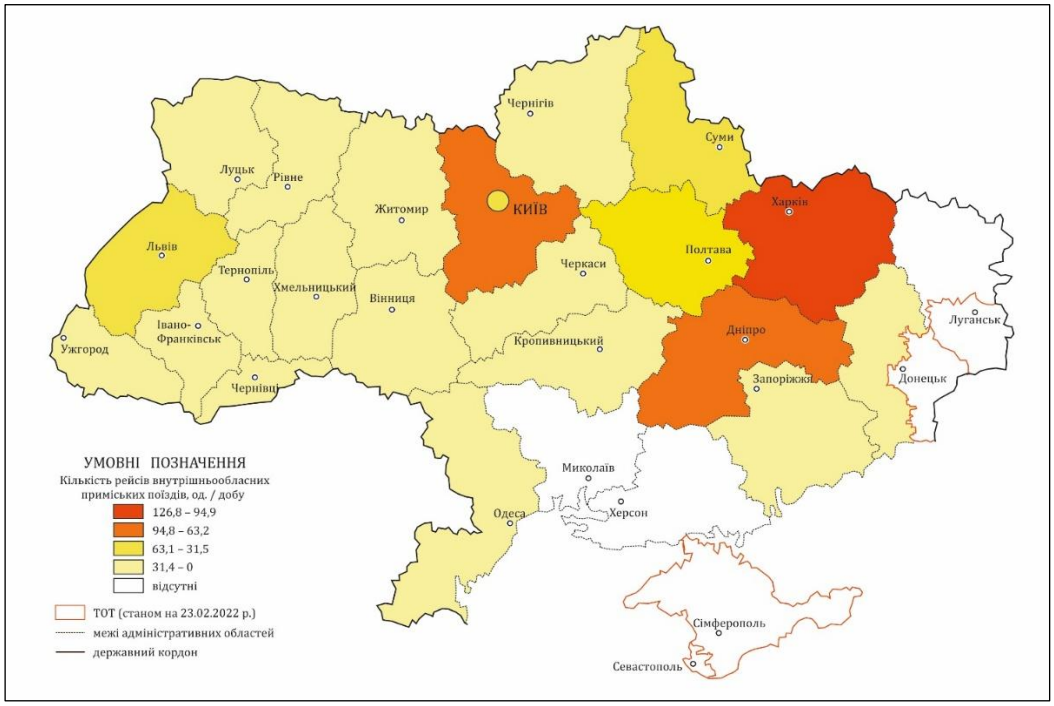


Рис. 1. Кількість рейсів внутрішньообласних приміських поїздів у розрізі областей станом на 01.01.2025 р.

Найбільша кількість внутрішньообласних рейсів приміських поїздів серед областей України протягом доби характерна для Харківської області. Також високою є інтенсивність рейсів (понад 63 од. за добу) у межах Дніпропетровської та Київської областей. Однак більшість інших областей вирізняються малою чи дуже низькою кількістю рейсів (від заходу до центру й півдня, крім Львівської, Полтавської, Сумської областей і столиці).

Територіальна диференціація приміських залізничних перевезень в Україні визначається низкою комплексних чинників, що взаємодіють між собою та формують нерівномірний просторовий розподіл пасажиропотоків, інтенсивності рейсів та транспортної доступності. Відомо, що ці фактори можна поділити на інфраструктурні, демографічні, економічні, природно-географічні та соціально-політичні.

Інфраструктурні фактори

1. щільність залізничної мережі: регіони з густою мережею приміських маршрутів (наприклад, Київська або Харківська області) демонструють вищу інтенсивність перевезень;

2. електрифікація та стан колій: електрифіковані напрямки забезпечують швидкі та регулярні рейси, тоді як на неприбуткових та дизель-паливних лініях перевезення обмежені;

3. наявність транспортних габів: великі станції дозволяють організувати пересадку на інші маршрути та інтеграцію з міжміським транспортом.

Демографічні фактори

1. щільність і кількість населення: регіони з дуже високою концентрацією мешканців (Київ, Харків, Дніпро) формують значні пасажиропотоки;

2. рівень урбанізації та концентрація трудових потоків: у містах з великою агломерацією щоденні маятникові міграції забезпечують регулярність рейсів;

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

3. студентська мобільність: у містах із навчальними закладами вищої, фахової передвищої та професійно-технічної освіти спостерігається додаткове навантаження на приміські поїзди.

Економічні фактори

1. розвиток промисловості та економічна активність регіону: наявність великих підприємств, бізнес-центрів та логістичних вузлів стимулює регулярність перевезень;

2. рівень доходів населення: впливає на платоспроможність пасажирів і рентабельність рейсів;

3. дотаційність маршрутів: державні або місцеві субвенції підтримують нерентабельні, але соціально важливі напрямки.

Природно-географічні фактори

1. рельєф та складність місцевості: гірські райони (Карпати) і заболочені території (Полісся) ускладнюють експлуатацію приміських ліній залізниць;

2. кліматичні умови: холодні зими, снігові та дощові сезони впливають на регулярність руху та стан колій;

3. віддаленість від великих центрів: ізольовані райони мають обмежену кількість рейсів та доступність транспорту (Новгород-Сіверський – Семенівка в Чернігівській області).

Соціально-політичні фактори

1. регуляторні та субсидійні політики держави: визначають, які маршрути залишаються функціональними навіть при низькій рентабельності (стосується недавнього запуску приміського сполучення зі столиці до міста Васильків);

2. військові та надзвичайні обставини: в зоні бойових дій (Донецька та Луганська області) спостерігається скорочення рейсів через безпекову ситуацію;

3. планування інтегрованих транспортних систем: взаємодія з автобусним та міським транспортом підвищує ефективність приміських перевезень (особливо актуально для Kyiv City Express, що забезпечує пересадки на метро, швидкісний трамвай, тролейбус, автобус).

Функціонування приміського залізничного транспорту в межах України супроводжується низкою системних проблем, що значно впливають на його ефективність, якість та конкурентоспроможність. Найбільш вагомі серед них є такі:

1. зношеність рухомого складу (понад 85 % електропоїздів і дизель-поїздів експлуатуються понад нормативний строк служби);

2. низький рівень інвестицій та фінансування (компенсація від місцевих органів влади за перевезення пільгових категорій пасажирів є неповною або несвоєчасною);

3. застаріла інфраструктура (низький рівень електрифікації окремих регіонів, особливо на заході та півночі України);

4. конкуренція з автотранспортом (автобусний транспорт є гнучкішим, із більшою частотою рейсів та розгалуженою мережею маршрутів, що знижує попит на залізницю);

5. тарифна та соціальна проблема (низький рівень тарифів у приміському сполученні не покриває витрат перевізника; відсутність ефективного механізму компенсації перевезень пільговиків з боку місцевих бюджетів);

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

6. організаційні та управлінські проблеми (низький рівень координації між АТ "Укрзалізниця" та місцевими органами влади; недостатнє використання сучасних цифрових технологій у плануванні та продажу квитків);

7. соціально-політичні виклики (військові дії на сході та півдні країни призвели до скорочення мережі та рейсів).

Важливим чинником, що визначає сучасні тенденції, є технічний стан рухомого складу [4]. Хоча парк приміських електропоїздів і дизель-поїздів поступово оновлюється, темпи цього процесу залишаються відносно низькими. Введення нових електропоїздів в експлуатацію та модернізація дизельних секцій дають змогу певною мірою покращити комфорт і привабливість перевезень, однак у більшості регіонів використовується застарілий рухомий склад, що негативно позначається на рівні обслуговування.

Помітною є і територіальна асиметрія розвитку. У промислових регіонах та густонаселених зонах попит на приміські залізничні перевезення залишається вищим, тоді як у периферійних та депресивних районах інтенсивність перевезень значно нижча, а подекуди вони повністю відсутні. Така ситуація формує нові виклики у сфері транспортної доступності населення.

У перспективі значну роль у розвитку приміських перевезень відіграватимуть процеси цифровізації та міжнародної інтеграції. Уже сьогодні зростає частка електронних сервісів, пов'язаних із придбанням квитків та моніторингом руху поїздів, однак у більшості регіонів вони впроваджуються вибірково. Водночас зростає інтерес до розвитку прикордонних приміських сполучень, зокрема на західному напрямку, де можливе формування інтегрованих транспортних систем у співпраці з європейськими країнами.

Дослідження приміських залізничних перевезень в Україні дає підстави стверджувати, що цей вид транспорту перебуває у стані трансформації. З одного боку, спостерігається зменшення кількості пасажирів та виконуваних рейсів, що особливо помітно у сільських і периферійних регіонах. З іншого – у найбільших міських агломераціях приміські поїзди зберігають свою провідну роль у забезпеченні щоденної мобільності населення.

Територіальна диференціація приміських перевезень виявляється у значній диспропорції між регіонами: густонаселені та економічно активні області мають більш розвинене сполучення, тоді як депресивні райони страждають від його скорочення. Головними факторами цих відмінностей є демографічна ситуація, економічний потенціал, транспортна інфраструктура, а також державна політика у сфері фінансування та модернізації рухомого складу.

Серед основних проблем галузі можна виділити зношеність інфраструктури та рухомого складу, низькі частоту рейсів і фінансування та конкуренцію з боку автомобільного транспорту. Водночас перспективними тенденціями є поступове оновлення електропоїздів і дизель-поїздів, розвиток "човникових" приміських поїздів у найбільших агломераціях, цифровізація продажу квитків та можливість формування прикордонних приміських маршрутів у співпраці з європейськими країнами.

Отже, майбутнє приміських залізничних перевезень в Україні значною мірою буде залежати від здатності подолати існуючі інфраструктурні та фінансові обмеження, забезпечити збалансований регіональний розвиток і впровадити сучасні моделі управління транспортною системою.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Список використаних джерел:

[1] Борсук Ю. (2020) Економіко-географічна характеристика приміського залізничного транспорту в умовах збитковості (на прикладі Львівської області). *Економічні та соціальні інновації як фактор розвитку економіки*. 34–40.

[2] Державна служба статистики України (2022). *Пасажирські перевезення залізничним транспортом*. https://ukrstat.gov.ua

[3] Закутинська І., Сливка Р. (2012) Розвиток пасажирського транспорту в приміській зоні Івано-Франківська. *Географія та туризм*. 17, 258–266.

[4] Кузик С., Борсук Ю. (2020) Соціально-економічні передумови функціонування приміського залізничного транспорту (на прикладі Львівської області). Вісник ОНУ імені І. І. Мечникова. 3(82), 76–84.

[5] Кузик С., Борсук Ю. (2020) Формування приміських залізничних перевезень у Західному регіоні України. *Науковий економічний журнал "Інтелект XXI"*. 5, 51–55.

[6] Нестеренко Г., Озерова О., Яновський П. (2012) Особливості організації сучасних приміських перевезень європейських країн. *Транспортні системи і технології перевезень*. 4, 89–92.

[7] Укрзалізниця (2025). *Розклад руху приміських поїздів*. https://uz.gov.ua/passengers/suburban_train_schedule/

[8] Шаблій О. (1971) Географічні й топологічні особливості залізничної сітки Прикарпаття. *Вісник Львівського університету. Серія географічна*. 6, 59–64.

[9] Ministry of Infrastructure of Ukraine (2018). *National Transport Strategy of Ukraine until 2030*. https://mtu.gov.ua

SUBURBAN RAILWAY TRANSPORTATION IN UKRAINE: FEATURES OF TERRITORIAL ORGANIZATION AND DEVELOPMENT TRENDS

Yurii Borsuk
Assistant Professor, Department of Economic and Social Geography
named after Professor Oleh Shablii
Ivan Franko National University of Lviv, Ukraine

Summary. *The article examines the current state and features of the functioning of suburban railway passenger transportation in Ukraine. The spatial differentiation of transportation intensity within individual regions and agglomerations is determined, the main trends and problems of their development are identified. Special attention is paid to the analysis of the number of flights performed, the level of regularity of traffic and disparities in transport accessibility. The work uses methods of human-geographical analysis, statistical data processing and mapping. The results obtained indicate significant spatial differences in the development of suburban railway transportation, which requires the improvement of regional transport policy.*

Keywords*: «railway transport»; «suburban passenger transportation»; «territorial differentiation»; «transport accessibility»; «transport system»; «Ukraine».*

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

НОТАТКИ

The scientific periodical

GRAIL OF SCIENCE
№ 55 (August 2025)

with the proceedings of the IX Correspondence International Scientific and Practical Conference «Science of post-industrial society: globalization and transformation processes» held on August 22nd, 2025 by NGO European Scientific Platform (Vinnytsia, Ukraine) and LLC International Centre Corporative Management (Vienna, Austria).

Journal's frequency: monthly

All materials are reviewed. The editorial office did not always agree with the position of authors. Authors are responsible for the accuracy of the material.

Contacts of the editorial offices:

1. 21037, Ukraine, Vinnytsia, Zodchykh str. 18, office 81;
NGO «European Scientific Platform» ***[Owner of the journal]***
Tel.: +38 098 1948380; +38 098 1526044
E-mail: info@ukrlogos.in.ua
Certificate of the subject of the publishing business: ДК № 7172 of 21.10.2020.

2. 24004, Ukraine, Mohyliv-Podilskyi, Nezalezhnosti avenue 301, office 117;
SI «Institution of Scientific and Technical Integration and Cooperation» ***[Owner of the journal]***

3. 1110, Österreich, Wien, Simmeringer Hauptstraße 24;
LLC «International Centre Corporative Management»
E-mail: rachael.a@iccm.org

Sighed for publication 22.08.2025.
Format 70×100/16. Offset paper.
Arial & Open Sans typefaces.
Digital printing. Circulation of 100 copies.
Conventionally printed sheets 64,19.

Order № 25/008.
Printed from the finished original layout.

Publisher [printed copies]:
LLC «UKRLOGOS Group».
21037, Ukraine, Vinnytsia, Zodchykh str. 18, office 81.
Certificate of the subject of the publishing business: ДК № 7860 of 22.06.2023.

Наукове періодичне видання

ГРААЛЬ НАУКИ
№ 55 (серпень, 2025)

за матеріалами IX Міжнародної науково-практичної конференції «Science of post-industrial society: globalization and transformation processes», що проводилася 22 серпеня 2025 року ГО «Європейська наукова платформа» (Вінниця, Україна) та ТОВ «International Centre Corporative Management» (Відень, Австрія).

Щомісячне видання

Всі матеріали пройшли рецензування.
Редакція не завжди поділяє позицію авторів. За точність викладеного матеріалу відповідальність несуть автори.

Контактна інформація редакції:

1. 21037, Україна, м. Вінниця, вул. Зодчих, 18/81;
ГО «Європейська наукова платформа» ***[власник журналу]***.
Тел.: +38 098 1948380; +38 098 1526044
E-mail: info@ukrlogos.in.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи: ДК № 7172 від 21.10.2020.

2. 24004 Україна, м. Могилів-Подільський, пр-т. Незалежності, 301/117;
НУ «Інститут науково-технічної інтеграції та співпраці» ***[власник журналу]***.

3. 1110, Österreich, Wien, Simmeringer Hauptstraße 24;
LLC «International Centre Corporative Management»
E-mail: rachael.a@iccm.org

Підписано до друку 22.08.2025.
Формат 70×100/16. Папір офсетний.
Гарнітура Arial & Open Sans.
Цифровий друк. Тираж: 100 примірників.
Умовно-друк. арк. 64,19.

Замовлення № 25/008.
Віддруковано з готового оригінал-макету.

Виготовлювач [друкованої продукції]:
ТОВ «УКРЛОГОС Груп»
21037, Україна, м. Вінниця, вул. Зодчих, 18, офіс 81.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 7860 від 22.06.2023.