

International Science Group

ISG-KONF.COM

**VIII International Scientific and Practical Conference
«The modern dimension of interdisciplinary research:
from theory to practice»**

**October 27–30, 2026
Florence, Italy**

ISBN - 979-8-90671-563-0

DOI – 10.46299/ISG.2026.2.8

THE MODERN DIMENSION OF INTERDISCIPLINARY RESEARCH: FROM THEORY TO PRACTICE

Proceedings of the VIII International Scientific and Practical Conference

Florence, Italy
October 27–30, 2026

UDC 01.1

The VIII International scientific and practical conference “The modern dimension of interdisciplinary research: from theory to practice” (October 27–30, 2026) Florence, Italy. International Science Group. 2026. 274 p.

ISBN – 979-8-90671-563-0

DOI – 10.46299/ISG.2026.2.8

EDITORIAL BOARD

<u>Pluzhnik Elena</u>	Professor of the Department of Criminal Law and Criminology Odessa State University of Internal Affairs Candidate of Law, Associate Professor
<u>Liudmyla Polyvana</u>	Department of accounting, Audit and Taxation, State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine
<u>Mushenyk Iryna</u>	Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of Mathematical Disciplines, Informatics and Modeling. Podolsk State Agrarian Technical University
<u>Prudka Liudmyla</u>	Odessa State University of Internal Affairs, Associate Professor of Criminology and Psychology Department
<u>Marchenko Dmytro</u>	PhD, Associate Professor, Lecturer, Deputy Dean on Academic Affairs Faculty of Engineering and Energy
<u>Harchenko Roman</u>	Candidate of Technical Sciences, specialty 05.22.20 - operation and repair of vehicles.
<u>Belei Svitlana</u>	Ph.D., Associate Professor, Department of Economics and Security of Enterprise
<u>Lidiya Parashchuk</u>	PhD in specialty 05.17.11 "Technology of refractory non-metallic materials"
<u>Levon Mariia</u>	Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Scientific direction - morphology of the human digestive system
<u>Hubal Halyna</u> <u>Mykolaivna</u>	Ph.D. in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor

TABLE OF CONTENTS

AGRICULTURAL ENGINEERING		
1.	Корчак М.М. ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ ЗА ІНТЕНСИВНОЮ ТЕХНОЛОГІЄЮ	10
AGRONOMY		
2.	Дирда В.О. ТРАНСФОРМАЦІЯ АГРАРНОГО СЕКТОРУ НА ЗАСАДАХ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ: СИНЕРГІЯ ОСВІТИ, НАУКИ ТА ВИРОБНИЦТВА	16
3.	Климович В.П., Стасіневич О.Ю., Климович Н.М. ВПЛИВ ОСНОВНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА РОСЛИНИ СОРГО ЗЕРНОВОГО	19
ARCHITECTURE AND URBAN PLANNING		
4.	Salimova A.T. INTERNAL CONTRADICTIONS OF THE ARCHITECTURAL SPECIALTY AND CRITERIA FOR ASSESSING PROFESSIONAL TRANSFORMATION	23
ART		
5.	Польська І. МИСТЕЦЬКА ДИНАСТІЯ ЧЕРЕПНІНИХ У СВІТОВОМУ МУЗИЧНОМУ ЧАСОПРОСТОРІ XIX-XXI СТОЛІТЬ	33
6.	Слюсаренко Т.О. ПАТРІОТИЧНА ТЕМАТИКА В РЕПЕРТУАРІ СУЧАСНИХ БАНДУРИСТІВ: ХУДОЖНІ РЕФЛЕКСІЇ НА ВИКЛИКИ СЬОГОДЕННЯ	39
7.	Шеховцова О.В., Житеньова Н.В. ГЕЙМІФІКАЦІЯ В НЕІГРОВИХ ЗАСТОСУНКАХ	42
AUTOMATION AND COMPUTER-INTEGRATED TECHNOLOGIES		
8.	Feloniuk I. VISION-BASED AUTONOMOUS FLIGHT OF A UAV THROUGH A CIRCULAR GATE USING A SINGLE CAMERA	50

9.	Регеда Ю. ФОРМУВАННЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ ОБРАЗІВ ДИНАМІЧНОГО СТАНУ СИСТЕМ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ ДЛЯ ХМАРНОГО СЕРВІСУ МОНІТОРИНГУ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ	55
AVIATION AND SPACE TECHNOLOGY		
10.	Sanadze G., Jovani Samir Sabri Nasif AIRCRAFT WINGLETS FOR THE REDUCTION OF LIFT- INDUCED DRAG	59
BIOLOGY AND BIOCHEMISTRY		
11.	Duysenbay A.B., Tokpanov E.A. CONCEPTUAL FOUNDATIONS OF INTEGRATING BIO-ART INTO THE STEAM EDUCATION SYSTEM IN TEACHING BIOLOGICAL DISCIPLINES	70
CHEMISTRY		
12.	Klimko Y. SYNTHESIS AND APPLICATION OF SOME ADAMANTYLCONTAINING DERIVATIVES OF NATURAL A- AMINOACIDS.	75
COMPUTER SCIENCE		
13.	Боев О.П. ПЕРЕГОВОРНЕ ПЕРЕПРИЗНАЧЕННЯ ЗАВДАНЬ І РЕСУРСІВ ІТ-ПРОЄКТУ СПЕЦІАЛІЗОВАНИМИ ІІІ-АГЕНТАМИ	77
14.	Горалік О.Є. МЕТОД ПЕРЕГОВОРНОГО РОЗПОДІЛУ ЗАВДАНЬ І РЕСУРСІВ ІТ-ПРОЄКТУ З УРАХУВАННЯМ КОМПЕТЕНТНОСТІ, НАВАНТАЖЕННЯ ТА ВТОМИ ВИКОНАВЦІВ	82
15.	Крест Я.І.О., Катков Ю.І. СЦЕНАРНІ ЙМОВІРНІСНІ ГАРАНТІЇ ДЛЯ МРС З РЕЛАКСОВАНИМИ ОБМЕЖЕННЯМИ НА СКІНЧЕННОМУ ГОРИЗОНТІ	86
16.	Лінник О.О. ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ АВТОНОМНОСТІ КОЛЕКТИВНОГО РІШЕННЯ ІІІ-АГЕНТІВ ЗА УЗГОДЖЕНІСТЮ ТА ВПЕВНЕНІСТЮ	96

17.	Руденко О.В. МЕТОД АДАПТИВНОГО ВИБОРУ ДІЙ ПІД ЧАС ОБРОБКИ ПЛАТІЖНОГО ЗОБОВ'ЯЗАННЯ НА ОСНОВІ ПРОГНОЗНОГО ОЦІНЮВАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ СТРАТЕГІЙ	100
18.	Чистотін О.В. МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ УЗГОДЖЕНОСТІ ПЕРЕХОДІВ МІЖ СЕМАНТИЧНИМИ СТАНАМИ ДІАЛОГУ	104
CONSTRUCTION AND CIVIL ENGINEERING		
19.	Harbuz S., Vzhesnevskiy M., Melnik V., Kobets A., Krapyvnyi I. ENSURING THE STABILITY OF ENGINEERING NETWORKS OF RESIDENTIAL BUILDINGS IN CONDITIONS OF MILITARY THREATS	108
CYBERSECURITY AND INFORMATION PROTECTION		
20.	Черниш Ю., Терещенко Т. СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ВИЯВЛЕННЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ ФІШИНГОВИХ АТАК	112
EARTH SCIENCES		
21.	Ishkov V., Dreshpak O., Berezniak O., Pashchenko P., Moskalenko A. MICROCRACKING EVOLUTION IN FERRUGINOUS QUARTZITES DURING SUCCESSIVE CRUSHING AND GRINDING: THE PR1SX2F HORIZON OF THE NOVOKRYVORIZKE DEPOSIT	115
ECOLOGY		
22.	Matskevych V., Kharchyshyn V., Vered P., Ivanchuk A., Nerubenko I. THE USE OF PAULOWNIA AS A PLANT TEST PECIMEN FOR PHYTOINDICATION OF THE ECOLOGICAL CONDITION OF THE STUDIED SITE	121
23.	Боровський О.М., Коструба В.Ю., Тищенко С.А., Сорока А.В., Сорока В.В. ЕКОЛОГІЧНІ ОРІЄНТИРИ ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ СИСТЕМ	125

ECONOMICS		
24.	Болотова В.Г. ВИРОБНИЧО-ТОРГОВЕЛЬНІ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКИ НА СВІТОВИХ РИНКАХ ЗЕРНОВИХ ТА ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР	129
25.	Назаров Н.К., Туракевич Є.В. ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ІНВЕСТИЦІЙ В ІНІЦІАТИВИ З РОЗВИТКУ КОРПОРАТИВНОЇ КУЛЬТУРИ ПІДПРИЄМСТВА	133
26.	Садчиков В. СТРАТЕГІЧНІ НАПРЯМИ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ БІЗНЕС-МОДЕЛЕЙ В УМОВАХ БЕЗПЕКОВИХ ВИКЛИКІВ ТА ПЕРЕБУДОВИ РИНКІВ	137
27.	Ткаченко О.Г. ТРАНСФОРМАЦІЇ МЕНЕДЖМЕНТУ СОЦІАЛЬНО- ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ В СУЧАСНИХ УМОВАХ	141
28.	Шестерняк М.М., Батюк О.П. ІНСТИТУЦІЙНІ МЕХАНІЗМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ АУДИТУ В УКРАЇНІ : ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ДОСВІД І ВИКЛИКИ ЦИФРОВІЗАЦІЇ	144
EDUCATION		
29.	Канюк О., Дідо Н. СУЧАСНИЙ ВИМІР МІЖДИСЦИПЛІНАРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ: ВІД ТЕОРІЇ ДО ПРАКТИКИ У ВИКЛАДАННІ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ ДЛЯ СТУДЕНТІВ НЕМОВНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ	150
30.	Мандзюк О.С. ЛОГОРИТМІКА В СИСТЕМІ РОБОТИ З ДІТЬМИ ДОШКІЛЬНОГО ВІКУ З МОВЛЕННЄВИМИ ПОРУШЕННЯМИ	154
HISTORY AND ARCHEOLOGY		
31.	Kadyr I., Zhamashev A. FROM TURKISTAN TO MAMLUK EGYPT: THE HISTORICAL AND INTELLECTUAL SETTING OF HIBATULLAH AL- TURKISTANI (1272–1333)	157
INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES		
32.	Денисяк С.Т., Василюк А.С. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ДЛЯ ДОГЛЯДУ ЗА РОСЛИНАМИ З УРАХУВАННЯМ ПОГОДНИХ УМОВ	164

33.	Калінка Ю.В., Басюк Т.М. ПРОЄКТ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ CI/CD-КОНВЕЄРІВ У СЕРЕДОВИЩІ DEVOPS	169
LAW		
34.	Сидоренко А.С. ТРУДОВІ ГАРАНТІЇ ВЕТЕРАНІВ ВІЙНИ	173
MANAGEMENT		
35.	Ахметов І.Р., Захарова К.Р. ПЕРЕГОВОРНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ПІДПРИЄМЦЯ ЯК ЧИННИК УСПІШНОСТІ БІЗНЕСУ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ	176
36.	Ахметов І.Р., Левківська Л.М., Гуланова О.О., Мошковська Д.В. УПРАВЛІННЯ КОНФЛІКТАМИ В ОРГАНІЗАЦІЇ: ПРИЧИНИ, НАСЛІДКИ ТА МЕХАНІЗМИ КОНСТРУКТИВНОГО ВРЕГУЛЮВАННЯ	184
37.	Неделько А.Ю. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТРАНСПОРТНІ СИСТЕМИ (ITS) У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНОЇ ГАЛУЗІ	191
38.	Разумова Г.В., Коляда С.А. ФОРМУВАННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА НА ОСНОВІ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ТА АНАЛІЗУ ВЕЛИКИХ ДАНИХ	194
MECHANICAL ENGINEERING		
39.	Zenkin M., Korotaiev M. WAYS TO IMPROVE THE OPERABILITY OF FRICTION SHEET FEEDERS	197
MEDICINE		
40.	Danylenko O., Kolosovych I. CYTOLOGICAL DETECTION OF TUMOUR DISSEMINATION IN COLORECTAL CANCER IN THE ABSENCE OF VISIBLE PERITONEAL NODULES	203

41.	Kuatbayeva A., Mutaliyeva A., Abbasova D. DEVELOPMENT OF GENOMIC SURVEILLANCE IN KAZAKHSTAN: ACHIEVEMENTS, CURRENT RESULTS AND PROSPECTS FOR FURTHER IMPROVEMENT	207
42.	Сюсюка В.Г., Богуславська Н.Ю., Онопченко С.П., Пучков В.А., Гайдай Н.В. СУЧАСНІ СТРАТЕГІЇ ПРОФІЛАКТИКИ ПРЕЕКЛАМПСІЇ	212
43.	Черненко Л.М., Вязовська Є.І. НАДЛИШКОВА МАСА ТІЛА ТА ОЖИРІННЯ У ДІТЕЙ: ВІКОВІ Й СТАТЕВІ ОСОБЛИВОСТІ ЗА ДАНИМИ АНТРОПОМЕТРИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ	217
44.	Черненко Л.М., Солдатова Є.С. ГОСТРІ РЕСПІРАТОРНІ ВІРУСНІ ІНФЕКЦІЇ У ДІТЕЙ: ЧИ ПРАВИЛЬНО ВИКОРИСТОВУЮТЬ АНТИБІОТИКИ ЗГІДНО З ПРИНЦИПАМИ ДОКАЗОВОЇ МЕДИЦИНИ	219
45.	Черненко Л.М., Грищенко Д.І. ДЕФІЦИТ ВІТАМІНУ D У ДІТЕЙ: АНАЛІЗ ДОКАЗІВ ЩОДО ПРОФІЛАКТИКИ ТА РИЗИКІВ НАДМІРНОЇ СУПЛЕМЕНТАЦІЇ	222
46.	Черненко Л.М., Шевчук В.А. НЕДОНОШЕНІ ДІТИ: СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКІВ І ВІДДАЛЕНИХ НАСЛІДКІВ ПЕРЕДЧАСНОГО НАРОДЖЕННЯ	226
MINING AND OIL AND GAS TECHNOLOGIES		
47.	Rastsvietaiev V. OPTIMIZATION OF DEPOSIT-CONTROL STRATEGIES TO ENHANCE THE OPERATIONAL EFFICIENCY OF TRUNK PIPELINES	231
PHILOLOGY		
48.	Михайлова І.А., Коваленко Н.В. ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА ПРАГМАТИЧНОЇ АДАПТАЦІЇ АНГЛОМОВНИХ ІДІОМ У КІНОДИСКУРСІ (НА МАТЕРІАЛІ СЕРІАЛУ "ЕМІЛІ В ПАРИЖИ")	237
49.	Смаглій В., Костякова В. КОМПОЗИЦІЙНІ ОСОБЛИВОСТІ АНГЛОМОВНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ЦИФРОВИХ ПЛАТФОРМ	240

50.	Смаглій В., Дзисько З. СЕМАНТИЧНА СТРУКТУРА НОМІНАТИВНОГО ПОЛЯ КОНЦЕПТУ FREEDOM В АНГЛІЙСЬКІЙ МОВІ	244
PHYSICAL CULTURE AND SPORTS		
51.	Бірючинська С.В. ПЛАТЕС І ЗДОРОВЕ ДОВГОЛІТТЯ: СУЧАСНІ НАУКОВІ ПІДХОДИ ДО ПІДТРИМАННЯ ФІЗИЧНОГО ТА ПСИХІЧНОГО ЗДОРОВ'Я	247
PSYCHOLOGY		
52.	Dunaievskia T. EMOTIONAL AND WELL-BEING OUTCOMES OF A THREE- SESSION ELHM PROGRAM IN WOMEN WITH FORCED DISPLACEMENT EXPERIENCE	252
53.	Тарасова В.В. ПСИХОДІАГНОСТИЧНЕ МИСЛЕННЯ ПСИХОЛОГА: ВІД РЕЄСТРАЦІЇ СИМПТОМІВ ДО КЛІНІЧНОЇ ІНТЕРПРЕТАЦІЇ	258
TOURISM AND RECREATION		
54.	Buntova N., Shchipanska A. CULTURAL TOURISM AS A TOOL FOR SHAPING NATIONAL IDENTITY	261
TRANSPORT		
55.	Shapenko Y., Kotova S., Bilonoh O., Tehypko N., Semenchenko O. ADAPTIVE OPTIMIZATION AND MULTI-CRITERIA MANAGEMENT OF URBAN BUS TRANSPORTATION UNDER HIGH SOCIAL LOAD AND DYNAMIC DEMAND	264
56.	Tamargazin O., Ladovych K. STRUCTURE AND FUNCTIONS OF MODERN AIRPORTS	267

ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ ЗА ІНТЕНСИВНОЮ ТЕХНОЛОГІЄЮ

Корчак Микола Миколайович

к.т.н., доцент

Заклад вищої освіти “Подільський державний університет”

Озима пшениця чутлива до умов вирощування, тому близько 70 % посівів цієї культури слід розміщувати після кращих попередників – чистих і зайнятих парів (озимі та кукурудза на зелений корм, однорічні злаково-бобові сумішки на зелений корм і сіно), а також після багаторічних трав на один укіс, зернобобових (горох, соя та ін.). За достатньої зволоженості ґрунту пшеницю озиму можна висівати після непарових попередників – озимого ріпаку, кукурудзи на силос, гречки.

Найкращим попередником є удобрений зайнятий пар, в якому накопичується й зберігається достатня кількість вологи для одержання дружних і повних сходів, покращується фітосанітарний стан посівів, умови перезимівлі та продуктивність рослин. Важливою умовою для стабілізації виробництва зерна є вирощування озимої пшениці по зайнятому парі за інтенсивною технологією, що забезпечує найвищу віддачу від витрачених матеріальних ресурсів [1, 2, 3].

Добір сортів. Сортівий склад пшениці озимої постійно змінюється. Обґрунтований добір сортів зі стабільною високою врожайністю, стійкістю до несприятливих кліматичних умов, хвороб, шкідників є одним із визначальних критеріїв сталих урожаїв. З метою кращого використання природної родючості ґрунтів, попередників та добрив у господарствах доцільно вирощувати два-три сорти озимої пшениці з різними біологічними властивостями, адаптованими до умов певної ґрунтово-кліматичної зони, які менше уражуються хворобами, є стійкішими до стресових умов перезимівлі, вилягання, негативної дії бур'янів і формують якісне зерно.

Згідно з результатами випробування, на сортостанціях Державної служби з охорони прав на сорти рослин в Харківській області рекомендовано вирощувати як інтенсивні, так і екстенсивні сорти. За інтенсивною технологією після кращих попередників необхідно вирощувати найбільш продуктивні сорти, а після гірших – за адаптивними та ресурсозберігаючими технологіями – менш вимогливі до умов вирощування сорти. Так, після зайнятих парів доцільно розміщувати інтенсивні сорти: Єлісей – Супер Еліта, Харус, Астет, Василина, Смуглянка, Володарка, Кірія, Куяльник, Білосніжка тощо; після непарових попередників – Харківська 105, Харківська 96. Одеська 267, Подолянка, Донецька 48 та ін.

До сортів універсального використання, придатних для вирощування на високих агрофонах, так і по непарових попередниках, належать сорти Єлісей – Супер Еліта, Куяльник, Харус, Донецька 48, Володарка, Колумбія, Повага, Подолянка та ін.

Обробіток ґрунту та удобрення. Обробіток ґрунту повинен проводитися з урахуванням особливостей попередника, стану поля, зволоженості ґрунту та наявності у господарстві певних ґрунтообробних знарядь. Перевагу необхідно надавати мінімальній ґрунтозахисній ресурсозберігаючій системі обробітку ґрунту із широким застосуванням високопродуктивних чизельних, комбінованих і дискових знарядь, яка має забезпечувати максимальне накопичення та збереження в ґрунті вологи, знищення бур'янів, високий протиерозійний захист, створення вирівняного посівного ложа для якісного загортання насіння на необхідну глибину, значне скорочення витрат матеріальних ресурсів [4, 5].

У чорному парі система обробітку ґрунту повинна включати одразу після збирання соняшнику дискування лушпильниками або важкими дисковими бородами в одному або двох напрямках на глибину від 6 до 12 см. Після внесення органічних і мінеральних добрив проводять оранку на 20–22 см. Краще всього для цього застосовувати оборотні плуги вітчизняного або іноземного виробництва, які не утворюють звальні гребні й розвальні борозни. Якщо гній не вноситься, за даними кафедри землеробства ХНАУ ім. В.В. Докучаєва, замість оранки доцільно застосувати глибокий безполицевий обробіток чизелями, плоскорізами або плугами зі стояками. Дослідженнями останніх років доведена висока ефективність застосування мілкового (до 12 см) безполицевого обробітку комбінованими агрегатами або культиваторами та ін. На схилах ефективним ґрунтозахисним та волого-накопичувальним заходом є глибоке щільювання щільювачами на глибину 40–50 см через 6–8 м, яке проводиться перед замерзанням ґрунту). Цей захід забезпечує підвищення швидкості водопроникнення ґрунту у 2,5–3,0 рази та зниження у два-три рази поверхневого стікання талих вод навесні. За зимово-весняний період у півтораметровому шарі ґрунту нагромаджується додатково до 300 м³ вологи на 1 га поля, за рахунок цього на 3–4 ц/га підвищується врожайність озимої пшениці.

Навесні під час фізичного дозрівання ґрунту проводять боронування важкими або середніми зубовими бородами, а в подальшому різноглибинні культивації культиваторами, першу – на 6–8, другу на 10–12 см. На полях, дуже засмічених коренепаростковими бур'янами, перший обробіток доцільно проводити на глибину 12–14 см плоскорізами типу або в агрегаті з котками ЗККШ-6А. Щоб зберегти вологу в ґрунті, особливо у його верхньому шарі, глибину наступних культивацій необхідно зменшити – третю проводять на 8–10 см, а четверту – на 5–7 см. Влітку після рясних дощів на відносно чистих полях ефективним є розпушування ґрунту пружинними бородами, важкими зубовими бородами з навареними сегментами від ріжучих ножів жниварок (борони Радченка) або лапчастими бородами на глибину 3–5 см. При своєчасному і якісному обробітку ґрунту парове поле очищається на 60–80 % від насіння однорічних та багаторічних бур'янів (осоту, берізки польової, молочаю та ін.), знищення яких в посівах польових культур потребує значних виробничих затрат.

Озима пшениця надзвичайно вимоглива до умов живлення. Для формування 1 т зерна з ґрунту витрачається 18–19 кг азоту, 15–16 кг фосфору, 10–11 кг калію.

Основну кількість поживних речовин рослини засвоюють у стислі строки. До фази колосіння вони використовують 70–80 % азоту, 75–85 % фосфору, 90–93 % калію. Має два критичні періоди живлення: перший – восени (відносно фосфору), другий – ранньою весною (відносно азоту). Норми внесення добрив для кожного поля визначаються для запланованого рівня врожаю з урахуванням агрохімічних показників властивостей ґрунту, попередника, біологічних особливостей сорту, який буде вирощуватися на цьому полі. Основними прийомами внесення добрив під озиму пшеницю є основне, припосівне (у рядки) підживлення.

Основне добриво вноситься під час основного обробітку ґрунту і використовується для забезпечення живлення рослин протягом усієї їх вегетації, а припосівне (рядкове удобрення) для оптимального розвитку у перший період росту рослин. Добрива, внесені з осені, підвищують інтенсивність початкового росту і розвинутих рослин, сприяють збільшенню продуктивного стеблостоя, поліпшують структуру та якість урожаю. Удобрені за оптимальними нормами і співвідношенням посіви, як правило, більш стійкі проти хвороб, шкідників і краще перезимовують. Перше весняне підживлення сприяє підвищенню врожайності, а пізнє (позакореневе) – поліпшенню показників технологічної якості зерна.

Найвищі врожаї озимої пшениці одержують при сумісному внесенні органічних і мінеральних добрив. Рослини озимої пшениці потребують підвищеного фосфорного живлення на початковому етапі свого розвитку, тому 80–90 % норми фосфорно-калійних добрив слід вносити під час основного обробітку ґрунту. На чорноземах типових під час основного обробітку рекомендується вносити в чистому парі Р60К60, у зайнятий пар, після гороху та багаторічних трав – Р90К60. Після кукурудзи на силос, крім фосфорних і калійних добрив, необхідно вносити також 50 % річної норми азоту, при цьому оптимальна норма основного добрива становитиме N40P60K40.

У сучасних умовах для озимої пшениці, яка вирощується за інтенсивною технологією, найефективнішим є застосування складного добрива “Суперагро” у співвідношенні N:P:K-15:I5:15, у якому з азотних форм перевагу мають амонійні (14,1%), що важливо враховувати під час застосування добрив у промивному водному режимі. Амонійні форми азоту втримуються ґрунтом і не вимиваються за межі кореневмісного шару. Амонійні форми азоту доступні рослинам, як і нітратні. До того ж із загальної кількості фосфору у водорозчинній формі перебувають 14,2 %, а у лимонно-розчинній – 15,0 %. Це забезпечує рослини фосфором на початку вегетації та в наступні фази розвитку озимої пшениці. Перевагою “Суперагро” перед іншими складними добривами є те, що до його складу входить сірка (до 10%) та мікроелементи (бор, молібден, цинк). Сірка сприяє стійкості рослин до посухи, приморозків та засолення, а оптимальне співвідношення азоту та сірки позитивно впливає на якість зерна озимої пшениці. Важливу роль у підвищенні якості зерна також відіграють мікроелементи, особливо цинк і молібден.

Максимальна потреба рослин озимої пшениці в азоті припадає на весняний період у фазах виходу в трубку, колосіння та формування зерна. Тому внесення азотних добрив необхідно приблизити до цих етапів органогенезу рослин.

Добре розвинені посіви після кращих попередників підживлюють у фазі весняного кущення прикореневим способом зернотуковими сівалками в нормі 30–40 кг/га азоту на глибину 3–5 см.

Підготовка насіння, сівба та збирання врожаю. В останні роки спостерігається значний розвиток таких хвороб озимої пшениці, як септоріоз, плямистість листя гельмінтоспоріози різні види, листова іржа, оливкова плісень, вірусні та інші хвороби. Найбільш шкодочинними є септоріоз, борошниста роса, іржа, фузаріоз, сажка, кореневі гнилі, гельмінтоспоріоз, ураження якими сприяє значні втрати кількісних показників насіння.

Для захисту посівів від ураження збудниками грибкових хвороб за 1-15 днів до сівби проводять протруювання насіння одним дозволеним препаратом: вітавакс 200 ФФ, з.п. – 3,0 л/т, дивіденд стар, 036 FS т.к.с. – 1 л/т, раксил, 2 % з.п. – 1,5 кг/т, сумі-8 ФЛО, 2 % к.с. – 1,5 л/т, кінто дуо, к.с. – 2,0–2,5 л/т. Для протруювання насіння високих репродукцій і під час вирощування озимої пшениці за інтенсивною технологією перевагу слід надавати таким комбінованим препаратам, як вітавакс 200 ФФ або дивіденд стар, які найбільш ефективно захищають посіви від насінневої і ґрунтової інфекції. Системні препарати необхідно використовувати перед сівбою.

На полях, де при допосівних розкопках будуть виявлені гусениці озимої совки, личинки, хлібної жулички (більше 2–3 особин/м²), дротянок (більше 10 особин/м²), за один-п'ять днів до посіву насіння слід обробити одним з вищеназваних препаратів у суміші з такими інсектицидами, як промек 400, 40% м.к.с. (2 л/т) або рогор, 40 % к.е. (2 л/т).

Згідно з останніми даними наукових установ, значний ефект у підвищенні врожайності озимої пшениці забезпечує збагачення одним з дозволених насіння біостимуляторами та біопрепаратами “Марс”, “Гумісол”, “Емістим С”, “Агростимулін” та ін.

Цей технологічний захід виконують на спеціальних машинах. При цьому потрібно суворо дотримуватися рекомендованих норм витрати препаратів і контролювати рівномірність їх розподілу на насінні.

Найважливіше значення для формування врожаю має оптимальне поєднання факторів життя на перших етапах росту і розвитку рослин. Строки сівби впливають на ріст, розвиток, морозо- та зимостійкість рослин пшениці, на їх стійкість проти хвороб, шкідників, бур'янів і в кінцевому результаті на урожайність культури та якість зерна. Найкращі умови для перезимівлі та формування високого врожаю зерна в озимої пшениці складаються тоді, коли у рослин за період весінньої вегетації утворюються від трьох до п'яти пагонів, щоб колосonoсні стебла сформувались, в основному із головних пагонів, а для цього при достатній вологозабезпеченості необхідно 45-50 днів осінньої вегетації. Оптимальними строками є ті, за яких рослини в осінній період не переходять до III етапу органогенезу. На підставі багаторічних дослідів для кожної області

встановлені оптимальні строки сівби, на які повинні орієнтуватися в господарствах. Наприклад, для Харківської області вони припадають на період з 5 до 15 вересня включно для лісостепових районів і з 10 до 20 вересня включно для степових. Допустимі строки сівби для районів Лісостепової зони – до 25 і степової – до 30 вересня. У межах цих строків у першу чергу повинні засіватися площі після непарових попередників і на менш родючих ґрунтах. У середині оптимальних строків висівають пшеницю після зайнятих парів, багаторічних трав і гороху, а в другій половині оптимальних строків – після чистого пару. Надто ранні чи пізні строки сівби призводять до різкого зниження врожайності культури. Тому до посівних робіт слід приступати з переходом середньодобової температури повітря через 15° С в бік зниження.

Норму висіву визначають з урахуванням сортових особливостей пшениці та попередників. Для Харківської області оптимальна норма висіву після чорного пару 4,0-4,5 млн. шт. схожого насіння на 1 га, після зайнятих парів, багаторічних трав і гороху 4,5-5,0 млн. шт. і непарових попередників – 5,0–5,5 млн. шт. схожого насіння на 1 га. Під час сівби на початку оптимального строку дотримуються нижнього, а в кінці – верхнього рівня рекомендованої норми.

Оптимальна глибина загортання насіння озимої пшениці за умов достатньої зволоженості ґрунту 5–6 см. У посушливих умовах за наявності вологи на глибині 8–10 см допускаються посів на глибину 6–8 см, але в цьому випадку посіви обов'язково повинні бути прикотковані. Під час сівби в допустимо пізні строки та при достатньому зволоженні ґрунту глибину загортання насіння необхідно зменшити до 3–4 см.

Урожай озимої пшениці, яка вирощується за інтенсивною технологією, збирають переважно прямим комбайнуванням при вологості зерна 15-18% комбайнами: “Дон-1500”, “СК-5”, “Нива”, “Джон Дір”, “Клаас”, “Кейс”, “Бізон”, “Славутич”, “Лан”, “Сампр” та ін.

Полеглі та засмічені бур'янами посіви після непарових попередників збирають роздільним способом у фазі середини воскової стиглості, коли вологість зерна становить близько 28-30 %. Скошування посівів у валки проводять жниварками різних модифікацій. Агрегат повинен рухатися човниковим способом. Після підсихання валків при вологості зерна 12-14 % їх обмолочують комбайнами. На токах господарства зерно цінних і сильних пшениць зсипають і підробляють окремо.

Висновки. Технологія вирощування озимої пшениці складається з послідовних технологічних процесів, які виконуються у відповідні агротехнічні строки згідно складеної технологічної карти: основний обробіток ґрунту, передпосівний обробіток ґрунту, сівба, догляд за посівами та збирання врожаю. Сукупність технологічних процесів забезпечує сприятливі умови для вирощування озимої пшениці.

Список літератури

1. Прима І. Д., Лотоненко І. В., Манько Ю. П. Наукові основи землеробства. Навчальний посібник. Київ : КВІЦ, 2008. 192 с.

2. Прима І.Д., Косолап М.П., Панченко О.Б. та ін. Механічний обробіток ґрунту: історія, теорія, практика. Навчальний посібник. Вінниця: ТОВ «Твори», 2019. 428 с.
3. Мельник Л.Л. Проблемні питання щодо напрямів використання зерна в Україні/ Л.Л. Мельник, С.В. Васильєв, В.О. Олексюк // Агросвіт. 2015. №22. С. 11-17.
4. Прима І. Д., Єщенко В. О. та ін. Ресурсозберігаючі технології механічного обробітку ґрунту в сучасному землеробстві. Навчальний посібник. Київ : КВІЦ, 2007. 271 с.
5. Гуков Я.С. Обробіток ґрунту. Технологія і техніка. Механіко-технологічне обґрунтування енергозберігаючих засобів для механізації обробітку ґрунту в умовах України / Я.С. Гуков. Київ: Нора-Пріма, 1999. 275 с.

ТРАНСФОРМАЦІЯ АГРАРНОГО СЕКТОРУ НА ЗАСАДАХ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ: СИНЕРГІЯ ОСВІТИ, НАУКИ ТА ВИРОБНИЦТВА

Дирда Вікторія Олександрівна,

асистент,

кафедри інформаційних технологій, вищої математики та фізики
Білоцерківського національного університету, Україна

У тезах досліджено процеси екологічної та енергетичної трансформації аграрного сектору на основі впровадження відновлюваних джерел енергії. Проаналізовано роль синергетичної взаємодії екологічної освіти, прикладної науки та реального виробництва АПК.

Ключові слова: альтернативна енергетика в АПК, сталий розвиток сільського господарства, виробництво біогазу з біомаси, агровольтаїка, інтеграція освіти, науки та виробництва, декарбонізація агробізнесу.

Сучасний агропромисловий комплекс (АПК) України перебуває на етапі глибокої технологічної та структурної трансформації. Традиційне ведення сільського господарства, що повністю базується на використанні викопного палива, в сучасних реаліях стає економічно обтяжливим, енергетично залежним та екологічно небезпечним. В умовах глобальних кліматичних змін та перманентної нестабільності світових і внутрішніх енергетичних ринків особливої ваги набуває перехід АПК на відновлювані джерела енергії (ВДЕ). Аграрний сектор володіє колосальним потенціалом для розвитку альтернативної енергетики: від переробки біомаси до встановлення сонячних та вітрових станцій на непридатних для землеробства ділянках. Проте реалізація цього потенціалу неможлива без чіткої взаємодії трьох ключових ланок: екологічної освіти, прикладної науки та прогресивного виробництва.

Сьогодні вітчизняні та світові дослідницькі інститути зосереджені на кількох проривних напрямках. По-перше, біоенергетична утилізація відходів. Наукові розробки доводять, що солома, лушпиння соняшника, гній тваринницьких комплексів є ціннішою сировиною, ніж просто відходи. Створення високоефективних біогазових установок нового покоління дозволяє не лише отримувати метан та електроенергію, а й виробляти високоякісні органічні добрива (дигестат), які здатні повністю замінити дорогі мінеральні аналоги. По-друге, агровольтаїка (*Agrivoltaics*)[5]. Це новий науково-практичний напрям, що передбачає спільне використання однієї земельної ділянки для розміщення сонячних панелей та вирощування сільськогосподарських культур [3]. Наукові дослідження підтверджують, що затінення від панелей знижує випаровування вологи з ґрунту, захищає рослини від теплового стресу та підвищує врожайність окремих культур. І, по-третє, вирощування енергетичних культур. Селекційна наука активно працює над виведенням нових сортів швидкоростучих рослин

(енергетична верба, міскантус, тополя) для вирощування на деградованих та малородючих ґрунтах, що дозволяє рекультивувати землі та отримувати дешеве тверде біопаливо.

Освітній вектор розвивається в напрямках оновлення освітніх програм. Впровадження спеціалізованих курсів: «Біоенергетичні системи в АПК», «Екологічний менеджмент агропідприємств», «Проектування об'єктів альтернативної енергетики». Запроваджують дуальну освіту. Студенти мають проходити тривалу практичну підготовку безпосередньо на сучасних підприємствах, які вже використовують ВДЕ (наприклад, на біогазових заводах чи сонячних електростанціях). Та, насамперед, треба формувати еко-мислення. Освіта повинна виховувати у майбутніх лідерів агробізнесу розуміння того, що екологізація — це не фінансові збитки, а довгострокова інвестиція та підвищення конкурентоспроможності на міжнародних ринках.

Для оцінки економічної та екологічної доцільності впровадження альтернативної енергетики у виробництво доцільно провести розрахунок біоенергетичного потенціалу відходів умовного середнього фермерського господарства з поголів'ям 500 голів великої рогатої худоби (ВРХ): добовий обсяг біомаси при середньому виході гною $m = 55$ кг на добу з однієї тварини становить: $500 \times 55 \text{ кг} = 27500 \text{ кг/добу} = 27,5 \text{ т/добу}$. Річний обсяг сировини дорівнює: $27,5 \text{ т} \times 365 \text{ днів} = 10037,5 \text{ т/рік}$. Річний вихід біогазу при питомому виході біогазу з 1 тонни свіжого гною становить: $10037,5 \text{ т/рік} \times 45 \text{ м}^3/\text{т} = 451687,5 \text{ м}^3/\text{рік}$.

Генерація енергії (когенерація) за умов середнього вмісту метану у біогазі на рівні 60% його теплотворна здатність становить $Q = 6 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^3$. Таким чином, загальний річний енергетичний потенціал дорівнює: $451687,5 \text{ м}^3 \times 6 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^3 = 2710\,125 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{рік}$.

Використання когенераційної установки (електричний ККД = 38%, тепловий ККД = 42%) забезпечує отримання: $1\,029\,847,5 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{рік}$ електричної енергії та $1\,138\,252,5 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{рік}$ теплової енергії.

Практичний досвід передових агрохолдингів та фермерських господарств демонструє такі успішні проекти, як енергетична автономія, заміщення природного газу та циркулярна економіка на практиці[2].

Дуже важливим є механізм інтегрування освіти, науки та виробництва. По-перше, це створення агробіоенергетичних кластерів, які об'єднують профільні університети, науково-дослідні інститути та агробізнес для спільного фінансування прикладних досліджень. По-друге, це комерціалізація наукових стартапів студентів та молодих вчених через бізнес-інкубатори за підтримки грантових програм та приватних інвесторів. По-третє, це створення на базі університетів демонстраційних майданчиків та центрів трансферу технологій[4].

Наукові інновації створюють технологічну базу, екологічна освіта забезпечує кваліфікований людський капітал, а агровиробництво виступає драйвером практичних змін. Державна політика має активно стимулювати цей трикутник взаємодії через податкові преференції для аграріїв, грантову підтримку наукових розробок та фінансування освітніх еко-програм. Лише такий комплексний підхід

дозволить досягти енергетичної незалежності АПК, знизити антропогенне навантаження на довкілля та забезпечити продовольчу безпеку.

Список літератури

- [1] Про альтернативні джерела енергії : Закон України від 20 лют. 2003 р. № 555-IV. URL: rada.gov.ua (дата звернення: 01.09.2026).
- [2] Калетнік Г. М. Розвиток альтернативних джерел енергії як фактор забезпечення енергетичної та екологічної безпеки АПК. *Економіка АПК*. 2022. № 4. С. 12–21.4.
- [3] Інноваційні технології в агровольтаїці та біоенергетиці : монографія / за ред. М. В. Пришляка. Київ : Аграрна наука, 2024. 280 с.
- [4] Шкурба К. А., Коваленко О. В. Інтеграція освіти, науки та «зеленого» бізнесу в умовах сталого розвитку. *Екологічні науки*. 2023. №5(48). С. 110-115.
- [5] Amaducci S., Yin X., Colauzzi M. Agrivoltaic systems: Innovation for sustainable agriculture and renewable energy production. *Trends in Plant Science*. 2021. Vol. 26, No. 6. P. 543–551.

ВПЛИВ ОСНОВНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА РОСЛИНИ СОРГО ЗЕРНОВОГО

Климович Віталій Павлович,
студент 21 м-д-а групи факультету агрономії
Уманського національного університету

Стасієвич Олександр Юрійович,
канд. с.-г. наук, доцент кафедри агрохімії і ґрунтознавства
Уманського національного університету

Климович Наталія Михайлівна,
старший викладач кафедри рослинництва імені О. І. Зінченка
Уманського національного університету

Сорго характеризується високою екологічною пластичністю, завдяки чому здатне адаптуватися до широкого спектра ґрунтово-кліматичних умов. Саме ця біологічна особливість зумовлює значний ареал його вирощування – від тропічних і посушливих регіонів до зон із помірним та достатньо вологим кліматом [1; 4; 7].

Сорго є теплолюбною культурою. Проростання його насіння можливе вже за температури близько $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$, однак найбільш сприятливими для проростання, росту та розвитку рослин є температури в межах $25\text{--}30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Порівняно з кукурудзою, сорго має вищі температурні вимоги. Надмірно високі температури найбільш негативно впливають на рослини у ранні фази розвитку – від появи сходів до кущення, коли коренева система ще недостатньо сформована. У другій половині вегетації підвищені температури переносяться рослинами значно краще. Саме тому сорго відносять до культур із високою жаро- та посухостійкістю [1; 2; 4].

Водночас сорго є чутливим до низьких температур і заморозків. Особливо несприятливо вони впливають на рослини у генеративний період. Уже за температури близько $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ можливе пошкодження та відмирання рослин, тоді як сходи можуть загинути за температури $-2\text{...}-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ [1; 2].

Температурна реакція сорго значною мірою визначає оптимальні строки його сівби. Культура належить до пізніх ярих, тому висівати її доцільно після достатнього прогрівання ґрунту. Оптимальними вважаються умови, за яких середньодобова температура ґрунту на глибині 10 см досягає $14\text{--}16\text{ }^{\circ}\text{C}$. Сівба в недостатньо прогрітий ґрунт, зокрема за температури $7\text{--}8\text{ }^{\circ}\text{C}$, може спричинити уповільнення проростання насіння, його пліснявіння, зрідження сходів та посилення забур'яненості посівів. У результаті погіршується догляд за посівами та знижується їх продуктивність [1; 4].

Тривалість вегетаційного періоду сорго залежить не лише від температурного режиму, а й від тривалості світлового дня та біологічних

особливостей конкретного сорту або гібриду. Для повного досягання культури залежно від генотипу та умов вирощування необхідна сума позитивних температур у межах 3000–3500 °С. Найбільша потреба в теплі спостерігається в період від появи сходів до викидання волоті та становить близько 1400–1800 °С. У період від сівби до появи сходів потреба в теплі є значно нижчою – близько 220–260 °С. Для ранньостиглих сортів і гібридів сума активних температур може становити 2000–2400 °С, тоді як для середньо- та пізньостиглих форм – 2800–3500 °С [1; 2].

Однією з найважливіших біологічних властивостей сорго є його висока стійкість до повітряної та ґрунтової посухи, суховіїв і підвищених температур. Уже на початкових етапах розвитку культура характеризується невисокою потребою у воді. Для проростання насіння сорго використовує приблизно 35–40 % води від його маси, тоді як у деяких інших зернових і зернобобових культур цей показник є значно вищим [2; 4; 6; 8].

За несприятливих умов водозабезпечення рослини сорго здатні тимчасово призупиняти ріст і переходити у стан фізіологічного спокою. При відновленні достатнього рівня вологості їхні життєві процеси активізуються, що дає можливість продовжувати ріст і формувати продуктивність. Висока посухостійкість культури також пов'язана зі здатністю продихового апарату відновлювати функціональну активність після тривалого водного дефіциту [1; 7].

Додатковим механізмом захисту рослин сорго від високих температур і надмірного випаровування є утворення на поверхні листків та стебел воскового нальоту. Він зменшує втрати води та сприяє підтриманню сприятливого водного балансу рослин у періоди високих температур [1; 7].

Водоспоживання сорго протягом вегетації відбувається нерівномірно. Найбільша потреба у волозі припадає на період приблизно за 10 днів до викидання волоті та 10 днів після цвітіння. Цей критичний період триває близько 25–30 днів і охоплює приблизно 20–25 % загальної тривалості вегетації, проте на нього припадає близько 45–50 % загального водоспоживання рослин. Незважаючи на високу посухостійкість, сорго позитивно реагує на оптимальне водозабезпечення, а за умов зрошення здатне істотно підвищувати врожайність [4; 6; 8].

Для кормового використання важливою біологічною властивістю сорго є здатність до швидкого відростання після скошування. Рослини можуть продовжувати вегетацію до пізньої осені та ефективно використовувати опади протягом усього теплого періоду. За вирощування на зелений корм і своєчасного проведення укосів сорго здатне забезпечувати два–три укоси, а за умов зрошення – до чотирьох. Особливо високою здатністю до відростання характеризуються цукрове сорго та сорго-суданкові гібриди [7; 4].

Сорго характеризується відносно невисокою вимогливістю до ґрунтових умов. Культура може успішно вирощуватися на родючих суглинкових, легких піщаних та глинистих ґрунтах за умови їх достатньої окультуреності та низької забур'яненості. Потужна й добре розвинена коренева система забезпечує рослинам можливість ефективно використовувати вологу та поживні речовини,

завдяки чому культура здатна формувати врожай навіть на ґрунтах із відносно низьким рівнем родючості [2; 4; 7].

Водночас сорго негативно реагує на холодні, перезволожені та заболочені ґрунти, а також на надмірну кислотність. Невисока вибагливість культури до ґрунтових умов розширює можливості її використання в системах освоєння малопродуктивних земель та еродованих схилів. Окремі види сорго, зокрема цукрове, характеризуються також достатньою толерантністю до близького залягання ґрунтових вод [4; 7].

Важливою перевагою сорго є його здатність рости на засолених і солонцюватих ґрунтах. Культура відзначається підвищеною толерантністю до концентрації солей у ґрунтовому розчині та здатна витримувати вищий рівень засолення порівняно з кукурудзою. Соргові культури при цьому можуть не лише забезпечувати отримання високих урожаїв зерна та зеленої маси, а й сприяти винесенню значної кількості солей із ґрунту [7; 8].

Продуктивність сорго значною мірою залежить від забезпечення рослин елементами мінерального живлення. Особливо важливим є достатнє надходження азоту, потреба в якому істотно зростає у періоди інтенсивного росту та формування генеративних органів. Найбільш інтенсивне споживання азоту спостерігається приблизно за 10–15 днів до викидання волоті та протягом 10–15 днів після цвітіння [3; 5].

Поглинання фосфору кореневою системою розпочинається вже на ранніх етапах вегетації. До фази викидання волоті рослини можуть засвоювати близько 50 % загальної кількості фосфору, необхідного їм протягом вегетаційного періоду. Калій засвоюється рослинами відносно рівномірно протягом усього періоду вегетації та відіграє важливу роль у регуляції водного режиму, стійкості до несприятливих умов і формуванні продуктивності [3; 2].

Таким чином, комплекс біологічних особливостей сорго – висока теплолюбність, посухо- та жаростійкість, здатність ефективно використовувати вологу, толерантність до засолення, невисока вибагливість до ґрунтових умов та здатність до швидкого відростання – визначає його високу адаптивність і продуктивний потенціал. Це робить сорго однією з перспективних культур для вирощування в умовах недостатнього та нестійкого зволоження, зокрема в різних ґрунтово-кліматичних зонах України [1; 4; 6; 7].

Список літератури

1. Біологія і життєвий цикл сорго. *Спецвипуск Насіння: Золотий фонд урожаю*. 2018. С. 178–180.
2. Калашник Н. С. Сорго. Київ : Урожай, 1978. 72 с.
3. Господаренко Г. М., Климович П. В., Стасіневич О. Ю. Ріст і продуктивність сорго зернового залежно від рівня мінерального живлення у Правобережному Лісостепу України. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2012. Вип. 14. С. 51–56. URL : http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpicb_2012_14_12 (дата звернення 15.11.2023).

4. Полторецький С. П., Білоножко В. Я., Бурдига В. М., Рихлівський І. П. Адаптивні технології вирощування круп'яних культур : монографія / за ред. С. П. Полторецького, В. Я. Білоножка. Умань : Візаві. 2018. Ч. 2. : Сорго і сориз. 156, [2.]

5. Правдива Л. А. Урожайність сорго зернового залежно від елементів технології вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України. *Агробіологія*. 2021. № 1. С. 122–130. URL : http://nbuv.gov.ua/UJRN/agr_2021_1_16 (дата звернення 17.11.2023).

6. Сидоренко В., Малярчук В. Вирощування зернового сорго в умовах Південного Степу як відповідь на зміни клімату в Україні. *Пропозиція*. 2020. № 6. С. 36–40.

7. Сторожик Л. І. Агробіологічні основи формування агрофітоценозів сорго цукрового як біоенергетичної культури в Степу та Лісостепу України. Вінниця : Твори, 2018. 263,[1] с.

8. Черенков А. В., Остапенко М. А., Самойленко А. Т., Самойленко В. В. Сорго на зерно в умовах південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. Херсон. 2006. Вип.47. С. 9–15.

INTERNAL CONTRADICTIONS OF THE ARCHITECTURAL SPECIALTY AND CRITERIA FOR ASSESSING PROFESSIONAL TRANSFORMATION

Salimova A.T.

PhD in Architecture, ass. prof.;
Azerbaijan University of Architecture and Construction,
Baku, Azerbaijan

Abstract

The study considers the problems of contemporary architecture and those of the architectural specialty as two interrelated areas of scientific analysis, each characterizing different aspects of the development of architectural activity. Particular attention is paid to identifying the nature, mechanisms, and degree of the impact of contemporary architectural problems on the content, structure, professional boundaries, and development prospects of the architectural specialty.

The study proceeds from the premise that the emergence of new architectural problems is not necessarily accompanied by changes in the architectural specialty. Such changes occur under certain conditions, when existing scientific knowledge, design methods, professional competencies, and organizational forms of activity prove insufficient to address the tasks that have arisen. In this regard, it is proposed to distinguish between direct and indirect, systemic and local, short-term and long-term impacts of architectural problems on the professional sphere. The conclusion is substantiated that contemporary problems of the architectural specialty are not a mechanical reflection of the problems of architecture but are formed through the interaction of architectural science, professional practice, public needs, and institutional conditions.

Keywords: architectural specialty; problems of architecture; professional competencies; professional transformation.

Introduction. The term ‘architectural profession’, used in international sources, primarily encompasses architects’ professional activities, powers, responsibilities, and mechanisms regulating their activities. In this study, the ‘architectural specialty’ is considered in a broader scientific and theoretical context—as a historically established system of architectural knowledge, research and design methods, professional functions, competencies, and institutional mechanisms. Therefore, international professional documents are used as sources characterizing not the entire content of the architectural specialty but its professional and institutional components. As its theoretical basis, this article draws on the mechanisms of adaptation of the architectural profession to environmental and technological challenges examined in an article previously published by the author [1]. The independent subject of the present study comprises the internal contradictions of the architectural specialty, professional differentiation, and qualitative criteria for determining the degree of impact.

Research Methods. A qualitative impact matrix is proposed to compare the forms in which contemporary architectural problems affect the architectural specialty. The degrees of impact in this matrix are distinguished not on the basis of statistical indicators but on the results of the author's comparative assessment using identified methodological, functional, technological, and institutional criteria.

Category of architectural problems	Forms of impact on the architectural specialty			
	Methodological	Technological	Functional-professional	Institutional
Environment and climate				
Social and urbanization				
Technology and digitalization				
Cultural and semiotic				
Economic and market				
Regulatory and legal				

Figure 1. Qualitative matrix of the forms of impact of contemporary architectural problems on the architectural specialty (source of the figure: author's development)

1. Problems of Architecture and the Scientific Boundaries of the Architectural Specialty

The contemporary development of architecture is accompanied by increasingly complex spatial, functional, environmental, technological, and sociocultural tasks. Their emergence is driven by changes in society's living conditions, transformations in production technologies, growing anthropogenic impacts on the environment, changing requirements for the quality of the built environment, and the reconsideration of views on the role of architecture in social development. Traditionally, these processes are regarded as contemporary problems of architecture. However, their effects are not limited to changes in architectural objects, principles of form-making, or ways of organizing space. As architectural tasks become more complex, contradictions emerge within the architectural specialty, affecting its scientific content, professional functions, methods of activity, and the architect's position in the system of shaping the built environment. Thus, two categories must be distinguished: problems of architecture as a field of scientific knowledge and spatial-design activity, and problems of the architectural specialty as a historically formed professional system. This does not concern the relationship between individual academic disciplines. The subject of the study is the dependence of the development of the architectural specialty on changes in architecture's problem field, as well as the specialty's own ability to influence the formulation and resolution of new architectural tasks. Thus, the preamble to the 2023 UNESCO–UIA Charter notes that architecture encompasses a broad range of processes involved in shaping and using the built environment, while expanding public needs create new tasks and professional opportunities for architects [2]. This proposition makes it possible to formulate the study's principal scientific question: under what conditions do contemporary architectural problems become problems of

the architectural specialty, and how is their impact exerted?

To establish the nature of this relationship, it is necessary to clarify the content of the concept of the ‘architectural specialty’. In this sense, it includes the professional activity of the architect, the system of architectural knowledge, research and design methods, professional powers, regulatory responsibility, organizational forms of practice, and mechanisms for transmitting professional experience. Architecture, in turn, is a broader concept, representing simultaneously a field of scientific and artistic knowledge, a process of shaping the built environment, and the totality of material and spatial outcomes of human activity. Consequently, the architectural specialty is directly related to architecture but is not identical to it. Certain architectural phenomena and processes are determined by political, economic, technical, social, and cultural conditions that are not under the architect’s direct control. At the same time, problems may arise within the architectural specialty that are not a direct consequence of changes in architectural objects or the environment: professional competition, redistribution of powers, a crisis of professional identity, and issues of authorship, responsibility, and the architect’s independence. Therefore, it cannot be assumed that all problems of architecture automatically become problems of the architectural specialty, or that the content of the latter is entirely determined by the former. Their relationship is characterized by partial overlap of subject areas, functional interdependence, and relative independence of development. Thus, while directly related to architecture, the architectural specialty is not identical to it. Architecture encompasses a broader scientific, artistic, and spatial-activity domain, whereas the architectural specialty represents a system of specialized knowledge, methods, professional functions, and mechanisms of responsibility formed within this domain.

Table 1. Comparison of Contemporary Problems of Architecture and Problems of the Architectural Specialty

Criterion	Contemporary Problems of Architecture	Contemporary Problems of the Architectural Specialty
Field of study	Architecture as a scientific, artistic, and material-spatial system	Architectural specialty as a system of specialized activity
Central problem	Contradictions in the development of architecture and the architectural environment	Contradictions between emerging architectural tasks and the possibilities for their professional resolution
Source of change	Social, natural, cultural, technical, and spatial processes	Changes in professional tasks, methods, powers, and conditions of activity
Main object of impact	Architectural environment, buildings, structures, spatial systems, concepts	Architect's professional functions, knowledge, methods, specializations, and responsibility
Result of resolving the problem	New quality of an architectural object, environment, or principles of its organization	Expansion or transformation of professional capabilities
Nature of development	Spatial, historical, cultural, technological	Methodological, functional, organizational, institutional
Principal contradiction	Between the existing state of the architectural environment and changing requirements	Between the complexity of new architectural tasks and the capabilities of the established professional system

For example, the emergence of a new type of public building changes architectural typology, but, where appropriate design methods are available, it may not require a revision of the architect's professional functions. Conversely, the use of digital systems that independently generate or verify design solutions may change the distribution of professional responsibility even without fundamental changes in architectural typology. In the first case, it is primarily the architectural object that is transformed; in the second, the system of professional activity.

2. Exogenous and Endogenous Factors: Internal Professional Contradictions.

The formation of contemporary problems of the architectural specialty is determined by the interaction of factors of different origins. Depending on their nature, it is appropriate to distinguish exogenous and endogenous factors affecting the content, structure, and development mechanisms of the professional system.

Exogenous factors arise predominantly outside the architectural specialty and are associated with changes in the natural, social, economic, technological, and institutional conditions of architectural activity. These include climate change, urbanization, the development of construction technologies, changes in the nature of public demand, transformations in economic relations, and increasing requirements for the quality of the architectural environment. These factors change the formulation of architectural tasks and the conditions for resolving them but do not always directly transform the professional system. The nature of their impact is determined by the extent to which emerging requirements can be met using existing means of architectural activity.

Endogenous factors arise within the architectural specialty and reflect contradictions among its structural components—scientific knowledge, design methodology, professional functions, organizational mechanisms, and regulatory responsibility. Unlike exogenous factors, endogenous contradictions may emerge and develop relatively independently, without direct changes in architectural typology or the spatial environment. At the same time, external and internal factors do not exist in isolation. Their interaction may intensify or weaken professional contradictions and determine the nature of emerging problems. For example, the spread of artificial intelligence technologies is an external technological factor in relation to the established professional system. However, issues of copyright, verification of design solutions, allocation of powers, and professional responsibility arise directly within the architectural specialty. Similarly, climate change creates new requirements for the architectural environment, whereas insufficient methods of climate analysis, limited professional powers, or the absence of agreed procedures for evaluating design solutions are internal problems in the organization of architectural activity. Thus, an external architectural problem may help reveal a pre-existing internal contradiction that was less apparent under other conditions.

The proposed distinction makes it possible to consider contemporary problems of the architectural specialty not only as the result of external impacts but also as a consequence of the internal laws of its development. Consequently, identifying the origin of a professional problem is a necessary condition for determining ways to resolve it. Removing external constraints does not always eliminate internal

contradictions of professional activity, just as improving design methods does not necessarily resolve problems arising from economic or institutional conditions. This proposition confirms the relative independence of the architectural specialty and the need to study it as a complex system with its own sources of development and contradictions.

3. Professional Differentiation and Contradictions Between Science and Practice. One of the significant contradictions in the contemporary development of the architectural specialty is the mismatch between growing differentiation of professional activity and the need to preserve the integrity of architectural thinking and the design solution. Increasingly complex architectural tasks are accompanied by the development of specialized research and design methods, expansion of the participants in the design process, and redistribution of professional functions. Advances in environmental analysis, information modeling, digital fabrication, research into user behavior, and building life-cycle management help strengthen the scientific and technical foundations of architectural activity.

At the same time, processes of specialization change the traditional mechanisms for forming architectural solutions. Individual components of a project may be developed by specialists with a high level of expertise in narrow fields who are not, however, responsible for the spatial, functional, artistic, and cultural integrity of the architectural object. Under these conditions, the problem arises of defining the professional core of the architectural specialty—the set of knowledge, methods, and functions that ensure its independence and distinguish architectural activity from related areas of scientific and technical design.

In Abbott's system of professions, the distribution of jurisdiction over expert work and competition among professions provide a theoretical framework for examining changes in professional boundaries [5]. It is assumed that the professional specificity of architectural activity lies not only in the use of particular technical tools or the performance of individual design procedures but also in the ability to integrate diverse requirements and constraints into a coherent spatial solution. Under this understanding, interdisciplinarity does not contradict the professional independence of the architect if broader cooperation with adjacent specialists is accompanied by preservation of the architect's integrative function. However, the opposite tendency is also possible: an increase in the number of specialized participants in design leads to fragmented decisions and limits the architect's ability to influence the final quality of the architectural environment. This allows two potential directions of professional differentiation to be identified: integration and fragmentation. Consequently, the degree of specialization cannot in itself be regarded as an indicator of professional progress. Its significance is determined by whether it helps improve the quality of architectural solutions and preserve the integrity of professional activity.

Thus, one of the independent problems of the architectural specialty is determining the optimal balance between specialization and integration. Resolving this contradiction is important not only for organizing the design process but also for defining the subject boundaries of the specialty, its scientific content, and prospects for further development. One significant factor determining the current condition of the

architectural specialty is the uneven development of its scientific-theoretical, methodological, and design-practical components. Differences in the pace of forming scientific knowledge, improving research methods, and applying results in architectural practice can give rise to independent professional contradictions.

Larson's study of architectural practice highlights tensions among professional status, economic interests, and the architectural product; this context is relevant to the issue of professional autonomy considered here [6].

Contradictions between science and practice may take various forms, which:

1. arise when the development of scientific research outpaces the opportunities for its application in architectural practice. New methods of environmental assessment, microclimate modeling, building life-cycle analysis, and research into user behavior may be sufficiently developed in theory, but their practical application is constrained by economic, technical, organizational, or regulatory conditions.

2. are characterized by the faster development of design practice: new technologies and methods begin to be used before sufficiently stable theoretical foundations, criteria for assessing their effectiveness, and mechanisms of professional responsibility have been formed. Such a situation may occur when algorithmic design and intelligent systems are used to generate numerous project alternatives but do not, in themselves, provide a comprehensive architectural evaluation of the results.

3. are associated with insufficient coordination between scientific research and the process of making design decisions. Under these conditions, the results of architectural research do not always acquire direct practical significance, while problems arising during the implementation of architectural projects do not always become the subject of systematic scientific analysis.

The contradiction between methods for quantitatively assessing individual characteristics of an architectural object and the need for an integrated approach to architectural quality is of particular importance. Increasing the accuracy of technical calculations, energy modeling, and digital optimization does not remove the need to assess spatial integrity, artistic expressiveness, cultural continuity, and the social significance of architectural solutions.

4. Nature and Classification of Professional Changes. The organization's principal conclusion is that regulators and architects should proactively integrate artificial intelligence into practice, but solely with due regard for public safety. The 2026 NCARB study considers its impact in connection with safety, the architect's responsibility, and possible changes in professional approaches [3].

Table 2. Categories of the Impact of Architectural Problems on the Specialty

Category of problem	Tasks and methods
I. Resolvable using existing means of the specialty	Tasks that, despite their relevance, do not require a fundamental revision of professional methods or functions. For example, designing a new object of a particular typology can be carried out using established methods of spatial, functional, and structural analysis. Such a problem affects architectural practice but does not necessarily cause a change in the specialty.

ARCHITECTURE AND URBAN PLANNING
THE MODERN DIMENSION OF INTERDISCIPLINARY RESEARCH: FROM THEORY TO
PRACTICE

II. Causing partial professional adaptation	Existing methods remain relevant but need to be supplemented with new knowledge, tools, or technologies. An example is the introduction of digital modeling into the traditional architectural process. Technical tools and individual professional procedures change without necessarily revising the fundamental principles of the specialty.
III. Causing systemic transformation of the specialty	Their consequences simultaneously affect methods, professional functions, the organization of practice, and regulatory responsibility. Typical examples include changes in climate-related requirements for architecture, comprehensive digitalization of the construction industry, and stricter safety requirements for the built environment.
IV. Whose impact remains potential	Not all architectural problems have generated sustained professional demand or obtained the necessary scientific and technological support. Their impact on the specialty may emerge in the future or remain limited to individual experimental practices. Consequently, there is no absolute direct proportionality between the urgency of an architectural problem and the degree of its professional impact.

5. Impact Assessment and the Reverse Relationship. Direct and reverse relationship: the impact of the architectural specialty on problems of architecture. Alongside the impact of architectural problems on the specialty, a reverse relationship also exists. Insufficient professional knowledge, limitations of design methodology, weak interdisciplinary interaction, and imperfect organizational mechanisms may independently cause or exacerbate architectural problems. For example:

- the absence of comprehensive analysis of the historical environment when designing new buildings may lead to disruption of the architectural and spatial integrity of historic development.
- insufficient use of climate data may result in ineffective architectural solutions and deterioration of buildings' operational characteristics.
- fragmentation of professional responsibility among design participants may lead to insufficient coordination of architectural, structural, and engineering solutions.

For a scientific analysis of the relationship under consideration, it is not sufficient to establish that an architectural problem exists. It is necessary to assess the extent to which it can be resolved by means of existing professional knowledge, design methods, powers, and organizational capabilities. In this respect, the criteria for determining impact serve to identify the adaptive capacity of the architectural specialty, the nature of existing contradictions, and possible directions of transformation of the professional system.

Table 3. Criteria for Determining the Degree of Impact

Criterion	Content of assessment
Scale of impact	Local, sectoral, national, or international spread of the problem
Duration	Temporary nature of the impact or formation of a sustained trend
Methodological significance	Need to change research and design methods
Functional significance	Emergence of new professional tasks or alteration of existing ones
Structural significance	Emergence of specializations; changes in professional boundaries
Institutional significance	Changes in standards, regulatory requirements, and qualification mechanisms
Interdisciplinarity	Degree of change in the interaction of architecture with adjacent fields
Professional autonomy	Change in the architect's independence in decision-making
Reverse impact	Potential for improving the quality of the architectural environment through new professional methods

The proposed criteria make it possible to distinguish ordinary development of architectural practice from profound transformation of the architectural specialty. The systemic nature of the impact should be determined not by the number of current problems but by the depth of changes taking place in professional activity. In determining the degree of impact, the scale of a problem is distinguished from the depth of changes it causes in the professional system. The assessment is based primarily on the adequacy of existing scientific knowledge, design methods, professional functions, and institutional mechanisms for addressing new tasks. In this respect, high, medium, and low levels of impact are used as qualitative categories characterizing systemic transformation, partial adaptation, and the possibility of resolving a problem within existing means, respectively.

For example, a problem may be global in scale but have only a limited impact on particular professional methods. Another problem may first emerge in a narrow technological area but subsequently change the distribution of powers and the system of professional responsibility. Consequently, the scale of a problem and the depth of professional changes are independent assessment parameters.

However, the commonality of criteria does not mean that the subjects of study are identical. In contemporary architecture, these criteria predominantly characterize the properties of the environment, spatial solutions, and the processes of its transformation. In the architectural specialty, they reflect the capacity of the professional system to create, ensure, monitor, and improve the corresponding qualities. Therefore, the common scientific interest of the two areas can be defined as the study, at different levels, of the conditions, regularities, and means of shaping a high-quality architectural environment. The most important common criteria include scientific substantiation, functional suitability, social responsibility, environmental sustainability, cultural continuity, technical reliability, technological adaptability, and the capacity for innovative development.

6. International Approaches and Methodological Results

The British experience provides an example of a regulatory and institutional mechanism of impact. As part of the Tomorrow's Architects reform, the Architects Registration Board (ARB) revised its approach to architects' professional competencies in light of climate change, safety, and inclusion [4]. Rather than merely proclaiming the importance of these problems, ARB provides for their incorporation into architects' professional outcomes and qualification requirements. This demonstrates a gradual transition from recognition of an architectural problem to its institutionalization. The mechanism may be described as follows: a social problem acquires professional significance, is then transformed into a system of competency requirements, and becomes embedded in mechanisms of professional assessment and regulation. Consequently, a contemporary problem of architecture becomes a problem of the specialty not directly but through the system of professional requirements and institutions.

The impact of digital transformation on the architectural specialty is not limited to changes in technological tools. BIM and parametric design require the development of new competencies in managing project information, coordinating the activities of

various specialists, and evaluating alternative solutions. The use of artificial intelligence systems brings to the fore questions of verifying the reliability of design solutions, determining authorship, and professional responsibility. At the same time, digital tools should not be regarded as an end in themselves that replaces the creative and analytical activity of the architect but as means of extending existing professional methods. The degree of professional transformation is determined not by the mere fact that a technology is used but by the changes it brings to the methods, functions, and responsibility system of architectural activity.

Park's 2026 review addresses the consequences of generative AI for architectural expertise, ethical governance, and responsibility, providing a contemporary point of comparison for the methodological distinction developed in this study [7].

Conclusion. The study has established that the relationship between contemporary problems of architecture and problems of the architectural specialty is complex, selective, and reciprocal. The main conclusion is that problems of the specialty arise not from the mere existence of architectural problems but from changing demands on the professional capacity to resolve them—knowledge, methods, functions, and regulatory and organizational mechanisms.

Limitations and Prospects of the Study. The impact assessments presented are qualitative in nature and require empirical verification. Prospects for further research include quantitative assessment of the effects of new construction on historic panoramas, investigation of the effectiveness of BIM implementation in national practice, on-site measurements of microclimate, and development of a competency model for the architect of the future. Scientific study of contemporary problems of the architectural specialty should focus above all on identifying the mechanisms, conditions, and consequences of transforming professional activity in response to architectural challenges.

References

1. Salimova A. Mechanisms of Transformation of the Architectural Profession under the Impact of Global Environmental and Technological Challenges // Scientific Advances and Innovative Approaches: Proceedings of the XXIV International Scientific and Practical Conference. Tokyo, Japan, 15–16 October 2026. World of Conferences, 2026. P.13–17. ISBN 978-92-44515-24-2. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.23565044>
2. UNESCO–UIA. Charter for Architectural Education: 2023 Revision of the 2021 Edition. Preamble. P. 1. https://www.uia-architectes.org/wp-content/uploads/2023/08/FINAL_UNESCO-UIA_CHARTER2023.pdf
3. National Council of Architectural Registration Boards (NCARB). NCARB Updates Statement on Use of AI in Architecture. 20 April 2026. <https://www.ncarb.org/press/ncarb-updates-statement-use-of-ai-architecture>
4. Architects Registration Board (ARB). Tomorrow's Architects: Consultation Results and Next Steps. <https://arb.org.uk/consultations/results/education-consultation-results/>

5. Abbott A. *The System of Professions: An Essay on the Division of Expert Labor*. Chicago: University of Chicago Press, 1988.
<https://doi.org/10.7208/chicago/9780226189666.001.0001>
6. Larson M. S. *Behind the Postmodern Facade: Architectural Change in Late Twentieth-Century America*. Berkeley: University of California Press, 1993.
<https://publishing.cdlib.org/ucpressebooks/public/book/behind-the-postmodern-facade-architectural-change-in-late-twentieth-century-america.html>
7. Park S. Y. Architectural Design in the Age of Generative AI: Toward a Balance Between Efficiency and Responsibility. *Architectural Research*. 2026;28: article 4.
<https://doi.org/10.1007/s44515-026-00006-0>

МИСТЕЦЬКА ДИНАСТІЯ ЧЕРЕПНІНИХ У СВІТОВОМУ МУЗИЧНОМУ ЧАСОПРОСТОРИ ХІХ-ХХІ СТОЛІТЬ

Польська Ірина,

доктор мистецтвознавства, професор,
професор кафедри теорії та історії музики,
Харківська державна академія культури, Україна

Історія музичного мистецтва містить багато прикладів існування мистецьких династій, дві, три та навіть чотири генерації яких упродовж десятиріч вели активну та плідну творчу діяльність. Утім, серед них лише невелику частину складають саме композиторські династії, котрі на рівні кількох поколінь демонструють здатність породжувати видатних митців, художній доробок яких входить до золотой скарбниці музичного мистецтва.

Однією з них є унікальна композиторська династія Черепніних, репрезентована вже чотирма генераціями отримавших світове визнання видатних музикантів, напружена, плідна та багатогранна мистецька діяльність яких відбувається вже понад півтора століття – з кінця ХІХ ст. по теперішній час. «Протягом понад століття представники родини Черепніних формували історію європейської музики» [1]. При цьому творчість усіх представників династії Черепніних позначена особливою властивістю «відображати дух свого часу – поєднуючи традиційні підходи з новаторством, – й демонструючи різноманітні характерні стилі: від пізнього романтизму до модернізму» [1] та постмодернізму.

Основоположником й одним з найвідоміших представників цієї славетної творчої династії є всесвітньо відомий композитор, диригент, педагог та культурний діяч Микола Черепнін (1873-1945) [2]. Його творча спадщина містить понад 60 творів, серед яких 2 опери, оркестрові твори (насамперед симфонічні поеми «Принцеса Греза», «Макбет», «Зачароване царство» тощо), фортепіанний концерт, струнний квартет, 6 квартетів для валторни, хорові твори (зокрема ораторія), камерні та фортепіанні твори, понад 100 романсів тощо. Центральне місце у творчому доробку митця посідає жанр балету, репрезентований 12 творами, найвідомішими з яких є знаменитий «Павільйон Арміди» (*Le Pavillon d'Armide*, 1907), «Нарцис та Ехо» (*Narcisse et Écho*, 1911), «Маска червоної смерті» (*The Masque of the Red Death*, 1915) та ін. [3].

Від Миколи Черепніна творчу естафету найвищої мистецької досконалості й пошуків художнього ідеалу перейняв і гідно проніс через усе життя його син Олександр Черепнін (1919-1977) – знаменитий композитор, піаніст, диригент, теоретик музики, музичний педагог і просвітник, який є «однією з найяскравіших творчих особистостей у світовому музичному мистецтві ХХ ст.» [4]. Саме Олександр Черепнін став найвидатнішим й найвідомішим у всьому світі представником своєї мистецької династії.

Унікальна творча постать і багатогранна мистецька діяльність Олександра Черепніна стала справжнім уособленням характеру та художніх тенденцій музичного мистецтва епохи. Завдяки небувалому, дійсно «всесвітньому масштабу творчої діяльності та культурних зв'язків» [5] Олександр Черепнін був визнаний «музичним громадянином світу» [6].

Величезну роль у творчому житті Олександра Черепніна відігравала його напружена концертно-виконавська діяльність як знаменитого піаніста, який постійно гастролював у численних країнах Європи, Азії, Америки, Африки.

Колосальна за своєю масштабністю композиторська спадщина митця містить понад 200 творів майже усіх жанрів [7]. Серед них: 4 опери (Оль-Оль» op. 35, 1930; Весілля Зобеїди» (*Die Hochzeit der Sobeide*), op. 45, 1930; «Одруження» (*Die Heirat*), німецькою мовою, 1934-35); «Німфа та селянин» (*The Nymph and the Farmer*), op. 72, французькою мовою, 1952); 15 балетів («Тренування» (*Training*) op. 37 № 3b, 1922; «Фрески Аджанти» (*Ajanta's Frescoes*), op. 32, 1923; «Мандрівний студент, який вигнав диявола» (*Der Fahrend Schüler mit dem Teufelbannen*), op. 54, 1937; «Трепак» (*Trepak*), op. 55, 1938; «Діоніс» (*Dionys*), 1940; «Продавець метеликів» (*Le Vendeur des papillons*), 1945; «Пікнік на траві» (*Le Déjeuner sur l'herbe*, 1945-46); «Шота Руставелі» (*Chota Rostaveli*), 1946; «Жінка та її тінь» (*La Femme et son ombre*), op. 79, 1948; «Безодня» (*Le Gouffre*), op. 87a, 1949; «Пагорб привидів» (*La Colline des phantômes*, 1953); 4 симфонії, 5 оркестрових сюїт; 9 інструментальних концертів (6 фортепіанних, знаменитий *Concerto da Camera* для флейти, скрипки та камерного оркестру op. 33, Концертино для скрипки, віолончелі, фортепіано та струнного оркестру, Концерт для гармоніки з оркестром); 3 квартети (2 струнних та один для 4-х флейт), 5 тріо (з них 3 фортепіанних та 2 духових – для 3-х флейт та 3-х труб), 3 квінтели (фортепіанний, для мідних духових та для дерев'яних духових інструментів), сонати й сонатини (2 сонати та «Романтична сонатина» для фортепіано, соната для кларнета та фортепіано, *Sonata Da Chiesa* для віолончелі та органу, *Sonatine sportive* для альт-саксофона або фагота), 4 кантати, вокальні цикли, величезну кількість фортепіанних творів різних жанрів, а також численні інші твори для різноманітних (іноді доволі несподіваних) виконавських складів [7].

Олександр Черепнін увійшов в історію світового музичного мистецтва не лише як видатний композитор – автор надзвичайно яскравих і значущих творів, але й як творець нової системи музичної мови і музичного мислення, концепцію якої ним було викладено у теоретичній праці *Basic Elements of My Musical Language* [8]. Змістовні й структурні засади цієї системи, створення якої стало підсумком майже піввікових творчих роздумів і мистецьких пошуків О. Черепніна, знайшли втілення «не лише у його власній композиторській творчості, але й у творчості багатьох інших композиторів XX та початку XXI століть» [5].

Гідною соратницею в творчій і просвітницькій діяльності Олександра Черепніна була його дружина – видатна китайсько-американська піаністка й фортепіанна педагогіня Лі Сяньмін-Черепнін (Li Hsien Ming Tcherepnin, 1911-

1991), яка після смерті чоловіка заснувала міжнародне Товариство Черепніних (The Tcherepnin Society), незмінною очільницею якого була до кінця своїх днів.

Талановитими продовжувачами композиторської династії стали й двоє з трьох синів О. М. Черепніна – Сергій (Серж) Олександрович Черепнін (Serge Tcherepnin) та Іван Олександрович Черепнін (Ivan Tcherepnin).

Відомий франко-американський композитор-авангардист і один з найавторитетніших фахівців у сфері електронних музичних інструментів [9] Серж Черепнін (Serge Tcherepnin, народ. 1941 р.) у своїх композиторських творах синтезує елементи електроакустичної, конкретної та мультимедійної музики [9]. Він отримав широку популярність і всесвітнє визнання як талановитий інженер, «легенда синтезаторів» [10], винахідник знаменитого модульного синтезатора Serge Modular synthesizer, один з найавторитетніших фахівців у сфері електронних музичних інструментів (директор Студії електронної музики в Нью-Йоркському університеті), який поставив собі за мету «дослідити можливості застосування електроніки в музиці» [10].

Серед творів Сержа Черепніна привертають до себе особливу увагу зокрема: «Kaddish» для читця, флейти, гобоя, кларнета, скрипки, фортепіано та двох виконавців на ударних інструментах (1962); «Figures-Grounds» для 7–77 інструментів (1964); «Дві магнітофонні стрічки» («Історія Джузеппе I–II») (Two Tapes; Giuseppe's Background I–II) для чотиридоріжкової стрічки (1966); «Ще дві стрічки («Додавання та віднімання»)» (Two More Tapes (Addition and Subtraction) для 2-доріжкової стрічки (1966); «Тихий день у Баха» (Quiet Day at Bach) для солюючого інструмента та стрічки (1967); мультимедійний твір «Шматок дерева» («Piece of Wood») для виконавців і акторів (1967); мультимедійний твір «Шматок дерева з жінкою, що плаче» («Piece of Wood with Weeping Woman») для виконавців, жінок, сценічного персоналу і магнітофонної стрічки (1967); «Фільм» (Film) для інструментів Баше, традиційних інструментів, магнітофонів, чотириканального підсилювача, кільцевих модуляторів, театру, сцени та світла (1967); «Definitive Death Music» («Музика остаточної смерті») для підсиленого саксофона та камерного ансамблю (1968); «Hat» для актора та магнітофонної стрічки (1968) тощо.

Сміливим новатором та експериментатором у галузі електроніки і модульних синтезаторів був також молодший брат Сержа Черепніна – видатний франко-американський композитор-модерніст і постмодерніст Іван Черепнін (Ivan Tcherepnin, 1943–1998), творчість якого отримала широке визнання в усьому світі. Талановитий композитор, диригент, блискучий виконавець на багатьох інструментах (фортепіано, псалтеріумі, сантурі, синтезаторах і електронних пристроях), професор і багаторічний директор Студії електронної музики Гарвардського університету (Harvard University Electronic Music Studio), Іван Черепнін став гідним продовжувачем багатогранних мистецьких традицій своєї славетної родини. (Зауважимо, що за кількістю різноманітних престижних нагород від міжнародних мистецьких інституцій він навіть випередив свого знаменитого батька).

У композиторському доробку Івана Черепніна «співіснують і взаємозбагачують одне одного десятки різновидів музики: традиційна й революційна, давня й нова, інструментальна й електронна» [11]. У його творах часто використовуються акустичні інструменти, звучання яких трансформується за допомогою електронних пристроїв. Серед найвідоміших творів композитора – віртуальна опера «Santur Opera» (1978), удостоєна Гран-прі на фестивалі «Ars Electronica» (Австрія); ораторія «And so it came to pass» («І сталося так», 1991), створена за біблійними текстами; оркестрові твори *Statue* (1986) та «Constitution» (1987), присвячені 200-річчю США; «Flores Musicales» для електронно трансформованого гобоя, скрипки і псалтеріума (1980), «Five Songs» (1979), «The New Consonance» (1982) тощо.

Найуспішнішим твором митця є нагороджений Міжнародною премією Грейвмайєра (International Grawemeyer Award) романтичний Подвійний концерт для скрипки, віолончелі та оркестру, написаний І. Черепніним для його колишніх студентів, а нині знаних артистів Лінн Чанга (Lynn Chang) і Йо-Йо Ма (Yo-Yo Ma) на замовлення Молодіжного симфонічного оркестру Великого Бостона (Greater Boston Youth Symphony Orchestra). Особливо підкреслимо створення композитором спеціально для концерту музики трьох поколінь родини Черепніних на Люцернському фестивалі оркестрової балетної сюїти «Le Va et le Vient» (1978), музика якої є «щільно побудованою з мікроінтервалів та майстерно переплітаючихся звучань» [12].

Зазначимо також, що з 1991 р. (після смерті Лі Сяньмін-Черепнін) і до кінця свого життя саме Іван Черепнін очолював міжнародне Товариство Черепніних (The Tcherepnin Society), сприяючи здійсненню багатьох культуротворчих і мистецьких проєктів, пов'язаних зі збереженням художньої спадщини Миколи та Олександра Черепніних та подальшим розвитком їхніх творчих ідей.

Четверте покоління мистецької династії Черепніних представлено синами Івана Черепніна – братами Стефаном (Stefan Tcherepnin) і Сергієм-молодшим (Sergei Tcherepnin), які продовжують і розвивають традиції попередніх поколінь родини щодо творчих пошуків і сміливих художніх експериментів і новацій. Їхня активна творча діяльність спрямована на поєднання різних видів мистецтв (музики, скульптури, театру, візуальних мистецтв) з можливостями сучасних комп'ютерних й електроакустичних технологій.

Стефан Черепнін (Stefan Tcherepnin, нар. 1977) отримав визнання як відомий композитор (стипендіат Нью-Йоркського фонду мистецтв зі спеціальності музична композиція, 2008–09 [13]), виконавець електронної музики (у складі створеного ним дуету *Afuma*, а також інших музичних груп, зокрема Real Rags, Beautiful Balance, Steit, PSST, Tsarz Carz, Real Gospel, Existential Blowfish [13]) та візуальний художник. У своїй творчості Стефан Черепнін часто звертається до використання електроакустичної баритон-гітари, а також синтезатору *Serge Modular*», винайденого його дядьком Сержем Черепніним і названого на його честь [14]. Свої композиції він створює у сфері імерсивних інсталяцій-перформансів, в яких візуальні образи динамічно співіснують зі звуковими експериментами [15]. Глибоко знаючись як на класичній, так і на

експериментальній музиці, Стефан Черепнін водночас «черпає натхнення з масової культури» [15]. Як електронний музикант, він співпрацював із багатьма відомими митцями, серед яких Крістофер ДеЛауренті (Christopher DeLaurenti), Сет Прайс (Seth Price), Карл Голмквіст (Karl Holmqvist), Оріон Кайзер (Orion Keyser), Марина Розенфельд (Marina Rosenfeld) та ін. [14]. Серед найвідоміших творів Стефана Черепніна – музична інсталяція «Song of Seven Keys», представлена на Art Basel Miami Beach 2023, а також альбом «Stefan Tcherepnin Sings» (2019), який «містить акустичні балади, натхненні релігійними культами тощо» [14].

У свою чергу, Сергій Черепнін (Sergei Tcherepnin, нар. 1981) у своїй діяльності продовжує творчі пошуки щодо втілення електроакустичних та мультимедійних технологій у музичному мистецтві. Сергія Черепніна називають «художником, що працює на перетині звуку, скульптури та театру» [16] через широту його сфери творчості. Його мистецькі інтереси зосереджені у сфері саунд-арту та створення інтерактивних звукових інсталяцій і багатоканальних композицій, в яких звучання втілюється через скульптурні форми, що водночас є музичними інструментами. Перформанси й інсталяції Сергія Черепніна були з великим успіхом репрезентовані у Зальцбурзі (Музей модерну); Нью-Йорку (Музей американського мистецтва, Музей сучасного мистецтва, Музей Соломона Р. Гуггенхайма тощо); Лос-Анджелесі (Overduin & Co.); Парижі (Yvon Lambert Gallery); Цюриху (Karma International); Венеції (55-та Венеційська Бієнале); Сан-Паулу (30-та Бієнале Сан-Паулу) [16] тощо.

Таким чином, можна резюмувати, що творча діяльність чотирьох поколінь мистецької династії Черепніних є своєрідним віддзеркаленням світоглядних і художніх трансформацій, властивих еволюції усієї музичної культури та мистецтва XX-XXI століть.

Список літератури

1. Nikolai · Alexander · Ivan Tcherepnin. URL: <https://capriccio.at/nikolai-alexander-ivan-tcherepnin>
2. Nikolai Tcherepnin (1873-1945). URL: http://www.tcherepnin.com/nikolai/bio_nik.htm
3. Music of Nikolai Tcherepnin: Catalogue of Works. URL: http://www.tcherepnin.com/nikolai/comps_nik.htm
4. Польська, І., Чень Х. Творча постать Олександра Черепніна у світовому науковому дискурсі. Fine Art and Culture Studies. 2024. Вип. 3. С. 74–81.
5. Чень Хайюнь. Творча діяльність О. Черепніна в контексті світового музичного мистецтва XX ст.: дис... докт. філософії: 025 Музичне мистецтво / Харківська державна академія культури. Харків, 2024. 240 с.
6. Reich, Willi. Alexander Tcherepnin. 2.Aufl. Bonn: M.P. Belaieff, 1970. 120 S.
7. Chou, Lily. Alexander Cherepnin: A Generic Catalog of Works. URL: https://www.tcherepnin.com/alex/comps_alex.htm
8. Tcherepnin A. (1962). Basic Elements of My Musical Language. URL: https://www.tcherepnin.com/alex/basic_elem1.htm

9. Palmer, Christopher, Barry Schrader (2001). Tcherepnin: (3) Serge (Alexandrovich) Tcherepnin. The New Grove Dictionary of Music and Musicians. Ed. by Stanley Sadie and John Tyrrell. 2nd edition. London: Macmillan Publishers.
10. Serge (himself!) is back. Synth legend Serge Tcherepnin joins Random*Source as Chief Innovation Officer. RandomSource. https://serge-modular.com/Serge_joins_RandomSource.pdf
11. Eldridge, William. Remembering Ivan Tcherepnin. The Tcherepnin Society. URL: http://www.tcherepnin.com/ivan/bio_ivan.htm
12. Ivan Tcherepnin. Schott Music. URL: <https://www.schott-music.com/en/person/ivan-tcherepnin>
13. Stefan Tcherepnin. Kunsthalle Zürich. URL: <https://www.e-flux.com/announcements/262355/stefan-tcherepninpeter-wchtler/>
14. Stefan Tcherepnin: Songs for the Living. Blank Forms. <https://www.blankforms.org/events/stefan-tcherepnin-songs-for-the-living>
15. Stefan Tcherepnin. L'ALMANACH 23. URL: <https://www.leconsortium.fr/en/lalmanach-23-stefan-tcherepnin>
16. Sergei Tcherepnin. Bennington College. URL: <https://www.bennington.edu/academics/faculty/sergei-tcherepnin>

ПАТРІОТИЧНА ТЕМАТИКА В РЕПЕРТУАРІ СУЧАСНИХ БАНДУРИСТІВ: ХУДОЖНІ РЕФЛЕКСІЇ НА ВИКЛИКИ СЬОГОДЕННЯ

Слюсаренко Тетяна Олександрівна

кандидат мистецтвознавства, доцент
старший викладач кафедри культурології
Національний університет імені Ярослава Мудрого

В глобалізаційних процесах сьогодення та драматичних подіях, в яких перебуває українська спільнота, надважливе значення набуває трансляція патріотичних ідей на всіх рівнях соціального життя. Протягом тривалого розвитку української культури особливе світоглядно-мистецьке значення представляє бандурне виконавство України, представники якого завжди виявляли особливу чутливість до суспільних процесів в країні. Духовні цінності народу, його прагнення до свободи та національної самореалізації відображалися в творчості бандуристів у різні історичні періоди. В сучасних умовах повномасштабної російсько-української війни патріотичний репертуар набуває нових смисло-утворюючих сенсів, зберігаючи не лише мистецьку складову художньої образності творів, а й виступає дієвим засобом культурної комунікації та суспільної підтримки.

Вокальні твори, до яких входили думи, історичні, козацькі, стрілецькі, повстанські пісні тощо й складали традиційну основу репертуару бандуристів другої половини ХХ століття, набули в наш час нового звучання та модернового аранжування. «Ой у лузі червона калина» (слова С. Чарнецького та Г. Трухи, гімн українських січових стрільців), «Гей, соколи» (народна пісня), «Зродились ми великої години» (слова О. Бабія, музика О. Нижанківського) стають мистецьким ядром концертних програм як солістів, так і великих бандурних колективів. В центрі уваги - теми війни, національної стійкості, втрат, пам'яті про загиблих, зниклих безвісти, волонтерського руху та боротьби за незалежність України. Через художні рефлексії цих подій виконавці активно виступають трансляторами актуальних суспільних процесів.

Сучасні бандуристи та провідні бандурні колективи, серед яких: Анастасія Войтюк, Марина Круть, Ярослав Джусь, тріо бандуристок «Зоредана» (у складі Людмили Авдимирець, Надії Мельник та Наталії Чередниченко), Національна заслужена капела бандуристів ім. Г. І. Майбороди, Капела бандуристів «Сонце» ХНУМ ім. І. П. Котляревського та інші виконавці та бандурні гурти активно оновлюють концертний репертуар, поєднуючи авторські композиції, сучасну патріотичну лірику, духовну музику та нові інтерпретації відомих творів. Їх творчий доробок поповнюють кавери на рок- та поп-хіти. Так, яскравими прикладами у виконанні Національної заслуженої капели бандуристів ім. Г. І. Майбороди стали перекладення в масмедіа популярних пісень: «Їхали козаки» (слова В. Момота, музика К. Момота, гурт «Тінь сонця»), «Браття українці (слова

та музика В. Ейгензеера, гурт «Шабля») та ін. У таких програмах, як зазначає В. Дутчак, патріотична тематика набуває багатогранного висвітлення, розкриваючи не лише героїчні сторінки боротьби, а й особистісні переживання людини в умовах війни, також це сприяє формуванню цілісного художнього образу сучасної України [2, с. 115].

У концертних програмах вищезгаданого колективу - капели бандуристів «Сонце» ХНУМ ім. І. П. Коляревського патріотична тематика займає провідне місце та знайшла яскраве вираження у виконанні таких творів: «Збереглося, Роде!» з репертуару гурту «Тарута», «Мій народ!» (слова та музика С. Положинського), віршована молитва воїна «Побудь, мій Боже» (слова Л. Бурак, музика Б. Севастьянова), «Лебеді материнства» (слова В. Симоненка, музика П. Савельєва), українська народна пісня «Козачка» в обробці Н. Мельник, «Біля тополі» (слова Петра Солодухи, музика Петра та Павла Солодухи), «Хочу жити без війни» (слова та музика А. Торубарової), «Країна мрій» (слова та музика О. Скрипки); «Воля» (слова та музика С. Танчинця).

Незважаючи на сучасні освітні умови та онлайн-формат навчання, знаходячись у різних містах та навіть країнах – Харків, Суми, Полтава, Дрогобич, Айхштет (Німеччина), Австрія капеляни власними силами створюють відеокліпи, надсилаючи записи партій по Інтернет мережі. Так, 14 жовтня 2025 року капела привітала своїх захисників і захисниць відеокліпом «Полька-притупанка» (аранжування Н. Мельник) [1, с.97].

На думку В. Дутчак, колективне звучання підсилює емоційний вплив музики та сприяє формуванню атмосфери єдності й спільного переживання. Саме тому патріотичні твори становлять важливу частину програм ансамблів і капел бандуристів, які активно беруть участь у благодійних концертах, меморіальних заходах та культурних акціях [2, с. 115].

Важливою ознакою сучасного бандурного виконавства є прагнення до оновлення художньої мови. Патріотичні композиції дедалі частіше поєднуються із сучасними музичними стилями, елементами театралізації, поетичним словом і мультимедійними засобами. Так, своєрідним відзеркаленням у використанні вищеназваних художньо-виражальних засобів в творчих виступах бандуристів є концертний репертуар ще одного вищезгаданого відомого бандурного колективу – тріо бандуристок «Зоредана» (м. Харків) [3, с 35]. Показовими в цьому контексті є такі твори тріо як: «Пропалий безвісти» (слова Б. Гриньова, музика Л. Авдимирець), «Без страху» (слова Б. Гриньова, музика М. Некрасова), «Чекаю» (слова і музика Л. Авдимирець). На наш погляд, завдяки зазначеним виконавським підходам, відбувається розширення слухацької аудиторії, що сприяє зближенню сучасного мистецького надбання бандуристів з вже сформованим візуально-ціннісним сприйняттям молоді.

Отже, патріотична спрямованість репертуару сучасних бандуристів є своєрідною художньою рефлексією на виклики сьогодення. Виконавці активно транслюють актуальні події української історії, теми мужності та відданості, болю та віри у Перемогу, що сприяє формуванню культурної стійкості суспільства та забезпечує діалог між мистецтвом і сучасністю. Поєднуючи

традиційні й новаційні підходи, представники сучасного бандурного виконавства виконують важливу творчо-виховну та консолідуючу функцію, стверджуючи бандуру як один із символів української культурної ідентичності.

Список літератури

1. Башмакова, Н., Мельник, Н., Савицька, О. Специфіка колективного бандурного виконавства в умовах освітнього процесу: досвід капели «Сонце» ХНУМ ім. І. П. Котляревського. *Актуальні питання гуманітарних наук*, 2026. Вип. 95(1). С. 92–98. <https://doi.org/10.24919/2308-4863/95-1-12>
2. Дутчак В., Карась Г. Естрадні виміри сучасного бандурного мистецтва. *Українська культура: минуле, сучасне, шляхи розвитку*. 2023. Вип. 44. С. 110–117. DOI: 10.35619/ucrm.vi44.610.
3. Слюсаренко Т. О. Тріо «ЗореДана»: особливості творчої діяльності сучасного бандурного гурту Харкова першої третини XXI століття / VII Міжнародна науково-практична конференція «Global problems of improving scientific inventions», 31 жовтня – 03 листопада 2023 р., Копенгаген, Данія. С. 34-36. URL: <https://isg-konf.com/global-problems-of-improving-scientific-inventions/>

ГЕЙМІФІКАЦІЯ В НЕІГРОВИХ ЗАСТОСУНКАХ

Шеховцова Олеся Вадимівна

Магістр кафедри дизайну і технологій
Харківський національний педагогічний університет,

Житеньова Наталя Василівна

д.п.н., професор кафедри дизайну і технологій
Харківський національний педагогічний університет імені Г.С.Сковороди

У наш час коли існує значна кількість застосунків для найрізноманітніших потреб користувачів від розпорядку дня та вивчення нової мови до покращення якості сну, стає надто складно підтримувати мотивацію користувача продовжувати використовувати застосунок. З'являється ризик його переходу до альтернатив та припинення регулярної взаємодії з застосунком, що знижує потенційну користь застосунку для користувача та ефективність продукту для розробника. Таким чином, важливою ціллю у дизайні застосунку стає не тільки створення зручного та візуально привабливого продукту, а й знаходження способу підтримання інтересу користувача до його регулярного використання.

Одним із інструментів для досягнення цієї мети може стати гейміфікація, яка передбачає використання конкретних механік, що мають свої функції та можуть по-різному впливати на взаємодію користувача із застосунком. Тому стає важливим визначити основні механіки гейміфікації, їхні функції та особливості застосування у неігрових цифрових продуктах.

Актуальність цього дослідження полягає у сьогоденнішому постійному зростанні кількості та різноманітності цифрових застосунків, що посилює конкуренцію за увагу користувача та ускладнює підтримання його регулярної взаємодії з продуктом. У цих умовах гейміфікація розглядається як один із інструментів цифрового дизайну, що дає змогу доповнювати функціональність неігрових застосунків ігровими механіками для підтримання мотивації та залученості користувачів. Тому дослідження основних гейміфікаційних механік, їх функцій та особливостей застосування є актуальним для проектування цифрових продуктів, орієнтованих на регулярну взаємодію з користувачем.

Так метою статті є аналіз основних механік гейміфікації та визначення особливостей їх застосування в неігрових цифрових застосунках для підтримання мотивації та залученості користувачів.

З огляду на мету завданнями дослідження є:

- ☐ визначити сутність поняття «гейміфікації»;
- ☐ охарактеризувати основні механіки гейміфікації;
- ☐ проаналізувати особливості використання цих механік у конкретних неігрових застосунках;
- ☐ узагальнити функції основних механік та особливості їх впливу на користувацьку взаємодію.

Для досягнення мети першочергово слід розглянути, що саме стоїть за словом «гейміфікація». Автори книги «Gamification by Design» визначають поняття гейміфікації як «процес ігрового мислення та ігрової механіки з метою залучення користувачів та вирішення проблем». Вони зокрема зазначають, що «Гейміфікація об'єднує всі різноманітні теми, що були розроблені в іграх для неігрових контекстів.» [1]

У свою чергу, автори «Software for People Fundamentals, Trends and Best Practices» виділяють три основні характеристики гейміфікації. Гейміфікація ґрунтується на механіках та елементах, що походять з ігор, однак вона не передбачає створення повноцінної гри, натомість вона використовує окремі ігрові механіки у продукті першочергово не створеному для розваг, з метою покращення користувацького досвіду. [2]

Таким чином, поняття гейміфікації можна узагальнити як використання ігрових механік і елементів у неігровому середовищі.

Виникає питання, яким саме чином гейміфікація може бути корисною у розробці неігрових застосунків? Ігри вже давно навчилися мотивувати користувача, використовуючи певні ігрові механіки, що підтримують його психологічні потреби. Гейміфікація, у свою чергу, переносить частину цих механік у неігрове середовище, заохочуючи користувача до виконання певних дій та продовження взаємодії із застосунком.

До таких механік ігор та гейміфікованих застосунків належать системи балів і рівнів, що дозволяють відображати прогрес користувача; нагороди та досягнення, які надають додаткове заохочення; рейтинги та змагання, що створюють елемент соціального порівняння; квести та серії, які допомагають структурувати та підтримувати регулярне виконання певних дій, зокрема заохочуючи користувача до продовження взаємодії з застосунком.

Таким чином, ігри мотивують не завдяки одному універсальному механізму. Вони комбінують різні елементи та механіки, які можуть задовольняти конкретні потреби користувача та застосовуються залежно від ситуації й поставленої мети. Тому буде доцільно розглянути основні гейміфікаційні механіки, їхню сутність, функції та можливий вплив на мотивацію користувача.

До найбільш поширених із них належать:

□ Бали - це один з базових елементів ігор та гейміфікованих застосунків. Користувач отримує їх за успішне виконання дій або завдань, а їхньою метою є кількісне відображення прогресу. Залежно від способу використання можна виділити різні типи балів, зокрема бали досвіду і вмінь, бали, що можна обмінювати на винагороди, та бали репутації.

Таким чином, бали можуть виконувати різні функції в межах гейміфікованої системи. Однією з основних є надання зворотного зв'язку через кількісне відображення результатів, що дає змогу користувачу оцінювати власний прогрес і бачити безпосередній результат виконаних дій. Крім того, бали можуть виступати формою винагороди за виконання певних дій. Так, отримання балів за виконані дії може спонукати користувача продовжувати взаємодію із застосунком для накопичення результату та подальшого прогресу [1,3]

□ Рейтинг лідерів - це механіка, яка розподіляє користувачів у рейтингу відповідно до їхніх результатів за певним критерієм, зокрема кількістю балів. Рейтинг, на відміну від простої системи балів не лише відображає результат користувача, а й визначає його відносне положення серед інших, так, основною функцією цієї механіки стає створення елементу соціального порівняння та конкуренції. Це може стимулювати користувача підвищувати власний результат, покращувати позицію в рейтингу та продовжувати виконання пов'язаних із ним дій. Водночас соціальне порівняння може викликати дискомфорт у частини користувачів, тому доцільність використання рейтингу залежить від цільової аудиторії та призначення застосунку. Позитивний ефект від конкуренції ймовірніший, коли користувачів порівнюють з учасниками зі схожим рівнем результатів. [1,3]

□ Значки досягнень – це механіка, що слугує візуальним представленням досягнень користувача, але на відміну від балів значки підтверджують виконання певних цілей або дій через одноразову нагороду, виражену не у числах, а у візуальній формі. Умовою отримання значка може бути набір визначеної кількості балів, досягнення певного рівня або виконання конкретної дії. Таким чином, значки можуть використовуватися як додаткові цілі для користувача, а також як форма зворотного зв'язку, що фіксує його прогрес і результати. Крім того, візуальний та колекційний характер значків може створювати додаткову мотивацію до їх отримання, заохочуючи користувача побачити усі чи зібрати повну колекцію. Значки також можуть виконувати соціальну функцію, демонструючи належність користувача до групи тих, хто досяг певного результату. [1,3]

□ Кастомізація – це механіка, яка передбачає можливість користувача змінювати зовнішній вигляд свого цифрового представлення у грі або гейміфікованому середовищі. Кастомізація може реалізовуватися як через зміну зовнішнього вигляду аватара, так і через вибір окремих візуальних елементів, наприклад кольору фону, зображення профілю або оформлення імені. Надання таких можливостей дозволяє користувачеві створювати власне представлення в межах системи та може сприяти формуванню відчуття особистої причетності до неї. Крім того, можливість налаштовувати середовище відповідно до власних уподобань може підвищувати залученість та прихильність користувача до продукту, оскільки користувач може створювати комфортне для себе середовище та пов'язувати себе зі своїм цифровим представленням. У контексті гейміфікації, кастомізація виконує функцію асоціювання людиною себе з цифровим аватаром і його досягненнями. [1,3-4]

□ Квести та виклики – це конкретні дії або завдання, які користувач може виконати в межах гейміфікованої системи, та які задають напрям його взаємодії з нею. На відміну від загальної мети застосунку, вони пропонують користувачеві конкретне завдання. Квести можуть використовуватися як короткострокові цілі, які користувач виконує послідовно, або як додаткові завдання, до яких він може звертатися для підтримання інтересу до взаємодії з застосунком. Варіативність завдань, конкретність їх мети та швидка результативність спонукають

користувача повертатися до їх виконання, а тим самим й до подальшого використання застосунку. [1]

□ Рівні - це механіка, яку використовують для позначення прогресу користувача та визначення його поточного етапу в межах гейміфікованої системи. Перехід на новий рівень може бути пов'язаний із накопиченням певної кількості балів, виконанням завдань або досягненням визначених результатів. Так, рівні дають змогу систематизувати і поділити на етапи довгостроковий прогрес та наочно показати, наскільки далеко просунувся користувач. Крім відображення прогресу, рівні можуть визначати момент поступового ускладнення завдань або відкривати новий контент та функції застосунку. Все це може створювати для користувача відчуття досягнення та формувати очікування щодо наступного етапу взаємодії із системою. [1]

□ Серії (streaks) - це механіка, яка відображає кількість днів поспіль або інших періодів, протягом яких користувач виконує визначену дію, зокрема вхід у застосунок або виконання поставлених завдань. Серія може підтримувати мотивацію через відчуття прогресу та досягнення, зокрема із її збільшенням може виникати бажання не втратити вже накопичений результат. Таким чином, серії можуть сприяти формуванню регулярного користування і звички, але за неправильної реалізації, такої наприклад як, відсутності можливості відновлення серії, втрата тривалої серії здатна викликати негативні емоції та навіть знизити подальшу активність користувача. [5,6]

Варто зазначити, що у гейміфікованому застосунку не обов'язково мають співіснувати одночасно усі наведені механіки, конкретні з них обираються відповідно до цілей і типу застосунку. Гейміфікацію застосовують у безлічі сфер, тому для розуміння її ефективності і специфіки роботи доцільно проаналізувати реальні приклади її застосування за такими критеріями: головне призначення застосунку, інтегровані гейміфіковані механіки, їхні безпосередні функції та вплив на поведінку й мотивацію користувача.

Одним із найбільш відомих прикладів гейміфікації у застосунках для освіти застосунком для вивчення мов - Duolingo. Мета освітнього застосунку підтримувати регулярне навчання і звичку вчитися, та спростити процес навчання. Власне, Duolingo це не просто набір уроків і правил, які користувач проходить з метою вивчення нової мови, це цілий комплекс гейміфікованих механік, що охоплює як системи щоденних занять і рейтингу, так і сам спосіб проведення уроків, де застосовують не тільки типові методи а й уроки на швидкість, змагання і серії відповідей без помилок. Правильне використання цих механік заохочує користувача повертатися до застосунку та продовжувати навчання, зокрема це спрощує процес вивчення мови роблячи його більш схожим на гру. [7] З цих механік можна виділити наступні:

□ Бали, рейтинг і квести – проходження уроків нагороджує користувача балами, більш якісне їх проходження збільшує кількість балів, які в свою чергу визначають його місце у тижневій таблиці лідерів. Це у сукупності створює відчуття винагороди і конкуренцію, які спонукають користувача до проходження

більшої кількості уроків. Квести у цій системі створюють додаткову можливість отримати бали і спонукають до частіших занять.

□ Значки у Duolingo отримуються як за виконання завдань і квестів, так і за конкретні визначені дії на кшталт досягнення певної кількості балів за весь час. Вони відображають досягнення гравця за весь період користування застосунком, а можливість їх колекціонування спонукає до подальших дій і виконання більшої кількості завдань.

□ Кастомізація – дає змогу змінити та створити персонажа для власного аватару видимого іншим у рейтингу, це створює асоціацію користувача з віртуальним аватаром та допомагає зробити взаємодію з рейтингом більш персоналізованою чим підтримує залученість користувача.

□ Рівні – система рівнів використовуються у Duolingo як в світовому рейтингу у вигляді ліг, так і у просуванні між темами занять. В обох випадках вони виконують функцію демонстрації прогресу користувача та його досягнень і зростання відносно минулих рівнів. Це дає користувачеві змогу бачити власне просування у навчанні та прогрес чи регрес у його якості, що підтримує його бажання продовжувати заняття чи спонукає докладати більших зусиль.

Habitica це ще один виразний приклад гейміфікації у неігрових застосунках, в сфері самоорганізації, планування та вироблення звичок. Це застосунок спрямований на підвищення продуктивності користувача, формування позитивних звичок та організацію повсякденних справ. Для досягнення цієї мети застосунок використовує нестандартний підхід, застосовуючи механіки RPG ігор з їх рівнями, балами досвіду, кастомізацією героя, валютою, тощо. [8]

□ Бали – виконані у вигляді декількох рядків здоров'я та досвіду та лічильника валюти. Користувач отримує досвід та валюту при виконанні корисних звичок та поставлених завдань, однак він може і втратити бали у вигляді здоров'я, виконавши шкідливу звичку. Так, бали демонструють успішність користувача, надаючи йому зворотний зв'язок, а можливість витратити зібрану валюту на віртуальні предмети забезпечує й відчуття винагороди, спонукаючи до виконання корисних дій.

□ Кастомізація – дає змогу не просто одноразово створити персонажа, що уособлює користувача, а й бачити власний прогрес через його зміни, оскільки отримані за валюту предмети відображаються на аватарі.

□ Рівні – користувач отримує нові рівні, завершуючи рядок балів досвіду, та втрачає знизивши до мінімуму рядок балів здоров'я, збільшення рівня відкриває нові можливості і винагороди. Так, у Habitica рівні відображають не тільки прогрес, а й регрес користувача, його помилки і навпаки закріплення навичок.

INTVL приклад застосунку у сфері здоров'я і спорту, що використовує гейміфікацію для заохочення до прогулянок містом, бігу і катання на велосипеді. Застосунок використовує механіку захоплення територій, де користувач може закріпити територію за собою, утворивши пройденим маршрутом замкнену лінію. [9]

□ Рейтинг - результати користувачів порівнюються між собою за кількістю захопленої території, створюючи змагання за найкращий результат. Таким чином,

фізична активність отримує соціальний аспект, а бажання покращити власну позицію в рейтингу може додатково заохочувати користувача до бігу, прогулянок або велопоїздки.

□ Рівні - користувач отримує досвід, завершуючи шлях залежно від часу його проходження і пройдених кілометрів, за отриманий досвід користувач підвищує свій рівень, що наочно демонструє наявний прогрес. Це дає користувачеві додатковий орієнтир для оцінювання ступеня власної активності та заохочує продовжувати проходження маршрутів.

□ Захоплення територій - INTVL використовує унікальну механіку гейміфікації, перетворюючи сам процес бігу і вибудовування маршрутів на гру з обранням кращих шляхів для досягнення вже не тільки реальної цілі - фізичної активності а й віртуальної. Таким чином, механіка дає користувачеві додаткову мету під час фізичної активності, стимулюючи його через ігрову мету і елемент конкуренції між користувачами, що захоплюють території.

Проведений аналіз наочно демонструє, як одна гейміфікаційна механіка працює варіативно залежно від цільового призначення продукту. Наприклад, система балів у Duolingo застосовується для винагороди користувача, у Habitica ж, зокрема, для відображення його прогресу і регресу. Водночас система рівнів у Habitica слугує зокрема й для винагороди користувача завдяки появі нових механік і предметів, тоді як у Duolingo та INTVL рівні переважно відображають прогрес користувача.

Отже, стає зрозумілим, що під час вибору гейміфікаційних механік дизайнеру варто враховувати призначення застосунку, потреби цільової аудиторії та бажану поведінку користувача, добираючи механіки відповідно до їхніх функцій і впливу.

Таблиця 1

Підсумкова таблиця. Порівняльний аналіз механік гейміфікації.

Елемент гейміфікації	Приклади реалізації	Функція та застосування у застосунках	Вплив на користувача
Бали	Віртуальна валюта, бали досвіду.	Загалом: винагорода і зворотний зв'язок. Habitica - надання зворотного зв'язку через отримання або втрату досвіду. Duolingo - винагорода за пройдені уроки.	Відчуття винагороди та прогресу
Рейтинг	Світова таблиця лідерів, змагання за перше місце з обмеженою кількістю учасників.	Загалом: Створення соціального порівняння та конкуренції. Duolingo – порівняння навчальних результатів. INTVL – змагання за територію.	Бажання покращувати результати.

ART
THE MODERN DIMENSION OF INTERDISCIPLINARY RESEARCH: FROM THEORY TO PRACTICE

Значки досягнень	Візуальні відзнаки та їх колекції за категоріями	Загалом: візуальне відображення досягнень, винагорода. Duolingo - відзнаки за виконання визначених умов.	Відчуття досягнення, бажання колекціонувати.
Кастомізація	Налаштування аватара, додаткові елементи оформлення.	Загалом: персоналізація, асоціювання користувача з аватаром, соціальна ідентифікація. Duolingo і Habitica- створення власного персоналізованого аватару.	Відчуття особистої причетності та залученості.
Квести та виклики	Додаткові, необов'язкові завдання та активності.	Загалом: постановка конкретних цілей, урізноманітнення взаємодії з застосунком. Duolingo - додаткові цілі, за виконання яких можна отримати винагороду.	Підтримання інтересу, спонукання повертатися до застосунку.
Рівні	Накопичення лінії досвіду, рівні з тематичними назвами.	Загалом: демонстрація прогресу і досвіду, відкриття нових можливостей. Duolingo і INTVL - демонстрація прогресу. Habitica- відображення прогресу та регресу, винагорода завдяки появі нових механік і предметів.	Створення відчуття досягнення.
Серії	Серія послідовного входу у застосунок, виконання певної дії.	Загалом: підтримання прогресу та відображення послідовності виконання дії протягом певного періоду. Duolingo - відображення регулярності занять.	Формування звички, заохочення регулярного використання застосунку.

У результаті проведеного аналізу можна сказати, гейміфікація є сучасним інструментом, який здатний перетворити досвід від використання неігрового застосунку, застосувавши низку ігрових механік, для підтримання залученості та мотивації користувача. Розглянуті механіки виконують різні функції, зокрема відображення прогресу та досягнень, створення соціального порівняння, персоналізацію та структурування взаємодії користувача із застосунком. Кожна з цих механік має свій вплив на користувача, покликаний створити відчуття досягнення, продемонструвати прогрес, конкуренцію між користувачами або підтримати регулярну взаємодію із застосунком. Аналіз прикладів показав, що гейміфікація не має універсального набору механік, який однаково підходить для всіх застосунків. Їх вибір та поєднання залежать від сфери застосування, мети продукту та бажаного ефекту на користувача.

Отже, ефективність гейміфікації полягає не у простому перенесенні ігрових елементів до неігрового продукту, а у їх цілеспрямованому використанні відповідно до потреб користувача та завдань застосунку.

Список літератури

1. Zichermann G., Cunningham C. *Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps*. Sebastopol, CA : O'Reilly Media, 2011. 208 p.
2. Schacht M., Schacht S. Start the Game: Increasing User Experience of Enterprise Systems Following a Gamification Mechanism. *Software for People: Fundamentals, Trends and Best Practices* / ed. by A. Maedche, A. Botzenhardt, L. Neer. Berlin, Heidelberg : Springer, 2012. P. 181–199.
3. Sailer M., Hense J. U., Mayr S. K., Mandl H. How Gamification Motivates: An Experimental Study of the Effects of Specific Game Design Elements on Psychological Need Satisfaction. *Computers in Human Behavior*. 2017. Vol. 69. P. 371–380.
4. Jahn K., Kordyaka B., Machulska A., Eiler T. J., Gruenewald A., Klucken T., Brueck R., Gethmann C. F., Niehaves B. Individualized Gamification Elements: The Impact of Avatar and Feedback Design on Reuse Intention. *Computers in Human Behavior*. 2021. Vol. 119. Article 106702.
5. Chou Yu-kai. Streak Design: From Motivation to Burnout Prevention. *Gamification Analysis*. 10.04.2026. (оновлено 05.10.2026). URL: <https://yukaichou.com/gamification-analysis/streak-design-gamification-motivation-burnout/>
6. Singman M. The Psychology of Hot Streak Game Design: How to Keep Players Coming Back Every Day Without Shame. *UX Magazine*. 14.10.2025. URL: <https://uxmag.medium.com/the-psychology-of-hot-streak-game-design-how-to-keep-players-coming-back-every-day-without-shame-3dde153f239c>
7. Blanco C. How to Use Duolingo for Language Learning. Duolingo Blog. 02.12.2024. URL: <https://blog.duolingo.com/duolingo-101-how-to-learn-a-language-on-duolingo/>
8. Habitica. Features. URL: <https://habitica.com/static/features>
9. INTVL. Claim Your Territory. URL: <https://www.intvl.com.au/>

VISION-BASED AUTONOMOUS FLIGHT OF A UAV THROUGH A CIRCULAR GATE USING A SINGLE CAMERA

Feloniuk Illia

Master's degree student
Lviv Polytechnic National University

Scientific supervisor:
Pshenychnyi Oleksandr
Candidate of Technical Sciences,
assistant of the Department of Artificial Intelligence Systems
Lviv Polytechnic National University

Relevance of the work. Autonomous flight of an unmanned aerial vehicle (UAV) indoors, in tunnels or inside damaged structures cannot rely on satellite positioning, so the onboard camera becomes the only source of information about the surroundings. A representative task of this class is passing through an opening: a window, a doorway or a gate on a drone-racing track; related monocular tasks, such as autonomous landing, are solved with a single camera as well [1]. Research platforms traverse such gates at high speed using onboard computers and external motion capture [2], whereas solving the same task on inexpensive serial hardware is complicated by three circumstances. First, the target must be detected reliably by a real-time detector [3] against a background the model has never seen, while public datasets are captured in a small number of rooms and generalise poorly. Second, the projection of a circle is an ellipse without distinguished corner points, so the classical perspective-n-point formulation is not applicable. Third, the control loop is closed over a wireless link with a delay, therefore every command is computed from an already outdated frame.

The purpose of the work is to build and experimentally verify a closed visual guidance loop that allows a serial UAV to pass through a circular gate using a single monocular camera, and to quantify the contribution of each component of this loop.

Problem statement. A DJI Robomaster TT (Tello) quadcopter is connected to a laptop over Wi-Fi: the laptop receives the video stream, processes frames and sends control commands back. The target is a gate 90 cm in diameter. The pipeline consists of four stages: detection of the gate in the frame, estimation of its pose, formation of a control command, and a final blind segment on which the gate has already left the field of view. Three quantities are measured: the detection quality on frames not used for training, the loop delay, and the share of successful passes.

Data and evaluation protocol. The real part of the training set is the open Roboflow drone-racing dataset (507 images, CC BY 4.0). It was captured in a single room over several sessions, which is not sufficient for generalisation, therefore it was supplemented with procedurally generated synthetic images in the spirit of domain randomization [4]: gates rendered with random viewpoints, inclinations, illumination

and backgrounds, together with negative examples and circular distractors. Evaluation is performed on a separate set of 140 frames captured with a mobile phone camera in four scenes that were not involved in training and were annotated manually. The confidence threshold is 0.25 and a detection counts as correct at an intersection over union of at least 0.5. Counts are aggregated by summing true and false detections over all scenes rather than by averaging per-scene values. The primary measure is F0.5 rather than F1, because a false detection drives the UAV in a wrong direction, whereas a missed frame only prolongs the search, so precision is weighted twice as much as recall.

Guidance system. Since the projection of a circle has no corner points, the pose is recovered by conic decomposition: the conic matrix in normalised coordinates is reduced to its eigenbasis, which yields the centre and the normal of the gate plane. Control combines the two classical families of visual servoing [5, 6]. Position-based visual servoing, which operates on the recovered metric pose, is used beyond 2 m, where this estimate is stable. Closer to the target the loop switches irreversibly to image-based visual servoing, which operates directly on pixel errors and is insensitive to calibration inaccuracies. Each strategy is thus applied on the segment of the trajectory where its source of information is the most reliable.

Results. The contribution of synthetic data was assessed by training each architecture twice under otherwise identical conditions: on the real set alone and on the real set supplemented with synthetic images (Table 1).

Table 1.
Effect of synthetic data on detection quality on 140 unseen frames

Model and training set	TP	FP	FN	F0.5
YOLOv8n, no synthetic data	108	178	32	0.421
YOLOv11n, no synthetic data	115	116	25	0.540
YOLOv8n, with synthetic data	123	3	17	0.955
YOLOv11n, with synthetic data	127	13	13	0.907

Synthetic data barely change the number of targets found: for YOLOv8n it grows from 108 to 123 out of 140. The number of false detections, however, drops from 178 to 3, that is by a factor of sixty, which raises F0.5 from 0.421 to 0.955. The picture is the same for YOLOv11n: 116 false detections against 13. The contribution of synthetic data therefore lies not in the model finding more gates, but in it no longer responding to extraneous objects of an unfamiliar background, which is consistent with the composition of the synthetic set. The choice of the training set has a stronger effect than the choice of architecture: the spread of F0.5 between sets reaches 0.534, whereas between architectures on the same set it does not exceed 0.119.

The loop delay was measured directly on the hardware. The UAV performs a rotation during which two series are recorded synchronously: the angular rate from

telemetry and the rate of displacement of the target in the frame. If the video arrives with a delay, the motion in the frame repeats the motion of the UAV with exactly that lag, so the two series are shifted relative to one another by the quantity sought. Both series are centred and normalised by their standard deviations, after which the cross-correlation coefficient is computed for every shift. The position of the extremum is refined by parabolic interpolation over three neighbouring samples. Over 519 points the curve has a pronounced extremum of -0.533 at a shift of 40 ms, whereas over the rest of the range the magnitude of the correlation does not exceed 0.31 (Fig. 1). The sign is negative because when the UAV rotates one way, the target moves in the frame the other way.

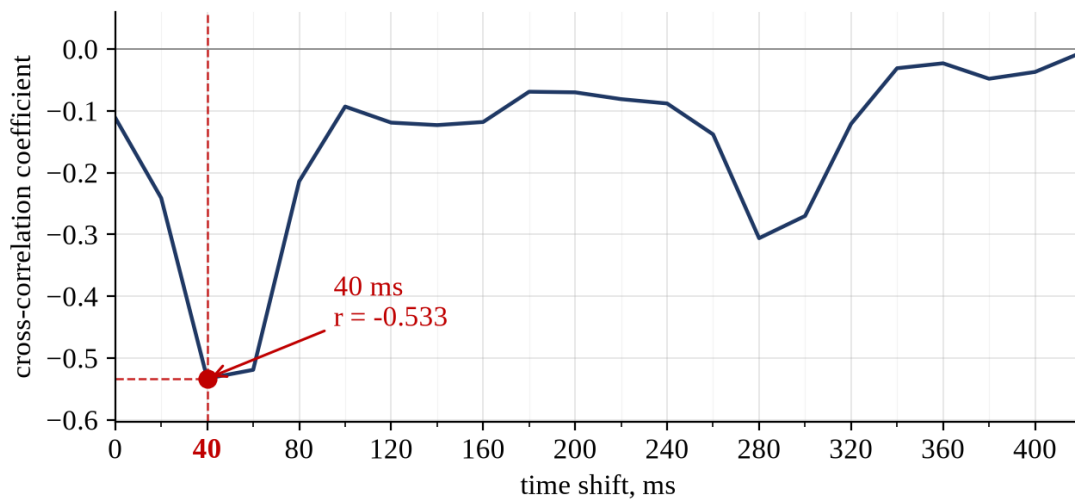


Figure 1. Cross-correlation of the angular rate and the rate of the target in the frame versus time shift

Source of the figure: author's development.

The measured delay is compensated by extrapolating the state of the target forward by that amount before the command is formed. Two predictors, linear extrapolation and a Kalman filter [7], were compared against the uncompensated loop on the same recorded flight (1465 frames, 886 detections). Control smoothness is characterised by the mean absolute change of the command between adjacent frames, expressed in channel units out of 100 (Table 2).

Table 2.

Effect of delay compensation on control smoothness

Mode	Lateral channel	Yaw channel
No compensation	1.592	1.120
Linear extrapolation	1.954 (+22.7 %)	1.431 (+27.8 %)
Kalman filter	1.185 (−25.6 %)	0.936 (−16.4 %)

A constant-velocity Kalman filter reduces the jitter of the lateral channel by 25.6 % and of the yaw channel by 16.4 %. Linear extrapolation, on the contrary, makes the behaviour worse than no compensation at all. The difference is explained by the fact that linear extrapolation trusts every measurement equally, so detector noise is amplified by differentiation, whereas the filter weights the measurement against the

motion model and therefore responds to noisy and missing detections far less. The result is stable with respect to the assumed delay: over the range 20–60 ms the filter yields a reduction of 23–31 % on the lateral channel, while linear extrapolation remains worse than the baseline throughout.

The complete loop was verified on the real UAV. The camera provides 960×720 frames and the loop runs at about 22 Hz. In a series of 40 flights 35 ended with a successful pass, which corresponds to a success rate of 87.5 %. All five failures belong to a single class: the UAV touched the gate at the entrance. Their common circumstance was that the plane of the gate stood at a noticeable angle to the initial heading, so the approach was not along the normal. On the final segment control relies only on the position of the target in the frame, and under an oblique approach the centre of the visible ellipse does not coincide with the centre of the opening: the nearer rim occludes the farther one and the centre of the projection shifts towards it. The controller brings the centre of the ellipse to the centre of the frame, so the UAV follows a trajectory displaced with respect to the actual opening, and since the last metres are flown blind this error is no longer corrected.

Conclusions. The following conclusions can be drawn from the study.

1. The contribution of synthetic data to the detection of a circular gate consists mainly in the suppression of false detections rather than in an increase of the number of targets found: with a comparable number of detections their count drops from 178 to 3, which raises F0.5 from 0.421 to 0.955 on scenes not involved in training.

2. The choice of the training set affects the result more strongly than the choice of architecture: the spread of F0.5 between sets is 0.534 against no more than 0.119 between architectures on the same set.

3. The delay of the control loop can be measured directly on serial hardware by cross-correlating the angular rate with the rate of the target in the frame; for the configuration considered it is 40 ms over 519 points.

4. Compensating this delay with a constant-velocity Kalman filter improves control smoothness by 25.6 % on the lateral channel, whereas linear extrapolation worsens it by 22.7 %; weighting the measurement against the motion model is therefore essential rather than optional.

5. A hybrid scheme with an irreversible switch from position-based to image-based servoing at 2 m enabled 35 successful passes out of 40 on a serial UAV with a single camera. All failures are associated with an oblique approach, in which the centre of the visible ellipse is displaced with respect to the centre of the opening, which indicates the direction of further work.

References

1. Lin S., Jin L., Chen Z. Real-time monocular vision system for UAV autonomous landing in outdoor low-illumination environments. *Sensors*. 2021. Vol. 21, No. 18. Art. 6226. DOI: 10.3390/s21186226.
2. Foehn P., Romero A., Scaramuzza D. Time-optimal planning for quadrotor waypoint flight. *Science Robotics*. 2021. Vol. 6, No. 56. Art. eabh1221. DOI: 10.1126/scirobotics.abh1221.

3. Redmon J., Divvala S., Girshick R., Farhadi A. You only look once: unified, real-time object detection. 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). Las Vegas, 2016. P. 779–788. DOI: 10.1109/CVPR.2016.91.
4. Tremblay J., Prakash A., Acuna D. et al. Training deep networks with synthetic data: bridging the reality gap by domain randomization. 2018 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW). Salt Lake City, 2018. P. 1082–1090. DOI: 10.1109/CVPRW.2018.00143.
5. Chaumette F., Hutchinson S. Visual servo control. I. Basic approaches. IEEE Robotics & Automation Magazine. 2006. Vol. 13, No. 4. P. 82–90. DOI: 10.1109/MRA.2006.250573.
6. Chaumette F., Hutchinson S. Visual servo control. II. Advanced approaches. IEEE Robotics & Automation Magazine. 2007. Vol. 14, No. 1. P. 109–118. DOI: 10.1109/MRA.2007.339609.
7. Kalman R. E. A new approach to linear filtering and prediction problems. Journal of Basic Engineering. 1960. Vol. 82, No. 1. P. 35–45. DOI: 10.1115/1.3662552.

ФОРМУВАННЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ ОБРАЗІВ ДИНАМІЧНОГО СТАНУ СИСТЕМ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ ДЛЯ ХМАРНОГО СЕРВІСУ МОНІТОРИНГУ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ

Регеда Юрій

аспірант кафедри автоматизації та інформаційних систем
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

Науковий керівник:

Конох Ігор

доктор технічних наук, доцент кафедри автоматизації та інформаційних систем
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

Моніторинг та діагностика автоматизованих технологічних процесів є важливою складовою забезпечення надійності та безперебійної роботи виробничих та інженерних систем. Більшість підприємств уже мають автоматизовані системи збору даних, проте реалізація функцій діагностування й контролю працездатності потребує витрат, співмірних із витратами на розроблення самої системи керування [1; 2]. Одночасно скорочується кількість оперативного персоналу, що підвищує актуальність автоматичного виявлення відхилень від штатних режимів.

Традиційні підходи – статистичний аналіз, моделі нормального функціонування, експертні системи – добре виявляють явні несправності, однак погано справляються з дефектами, які розвиваються поступово і за яких контрольовані параметри не виходять за допустимі межі [3; 4]. Перспективним напрямом є методи інтелектуального аналізу даних, зокрема методи виявлення аномалій без попереднього навчання [5], а також хмарні сервіси моніторингу, інтегровані з промисловими системами керування [6].

Мета роботи – автоматизація діагностування відхилень від штатних режимів функціонування елементів систем гарячого водопостачання (ГВП) на основі аналізу образів динамічних процесів.

Об'єктом дослідження обрано комбіновану автоматизовану систему ГВП адміністративно-побутового корпусу залізничного цеху гірничо-збагачувального комбінату. Система містить електричні котли, геліоколектори та вузол підключення до центральної тепломережі, теплообмінники, баки-накопичувачі загальною ємністю 22 м³, циркуляційні насоси та насоси видачі води споживачам. Ядром системи збору даних і керування є ПЛК Siemens S7-1200. Аналіз структури показав, що система може формувати до 68 дискретних і 28 аналогових апаратних сигналів, придатних для діагностики [1].

Складність автоматизації діагностування полягає в такому: велика кількість сигналів і можливих режимів; нескінченна кількість проміжних станів

технологічної системи; необхідність оцінювати дію кількох вузлів сукупно; поступовий прояв багатьох дефектів на тривалих часових проміжках. Опис кожного вузла диференційними рівняннями потребує індивідуальної ідентифікації та побудови цифрових двійників, тому доцільно застосовувати інтелектуальні технології формування діагностичної моделі всього вузла в цілому. Система діагностування розглядається як зовнішній актор, що отримує дані від ПЛК через технологічну мережу.

Для перевірки гіпотези створено спрощену імітаційну модель системи ГВП у середовищі Matlab/Simulink (рис. 1). Модель включає ємність-накопичувач (маса води 11 300 кг), електричний бойлер потужністю 120 кВт, теплообмінник, клапан холодної води, вузол розподілу гарячої води та дискретні регулятори температури і рівня. Сигнали, що надходять до системи моніторингу, згруповано в чотири групи: сигнали уставок, сигнали керування, дискретні сигнали зворотного зв'язку виконавчих пристроїв та аналогові сигнали поточного режиму.

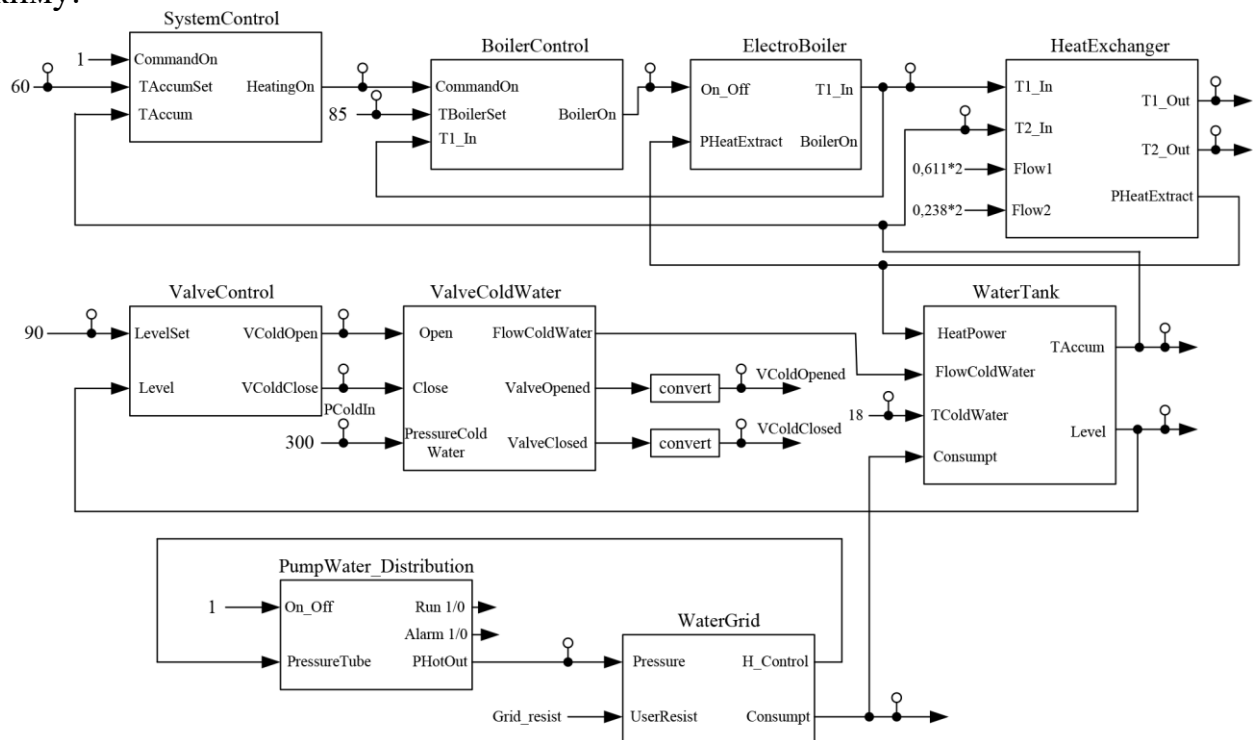


Рисунок 1. Загальна модель спрощеної системи ГВП

Джерело рисунка: [1].

Як дослідний дефект розглянуто зменшення пропускної здатності вторинного контуру теплообмінника на 30 % унаслідок засмічення внутрішніх каналів. Моделювання виконано для п'яти режимів споживання (від 0,438 до 2,964 м³/год); тривалість кожного досліду – $1,44 \cdot 10^5$ с (40 год), період дискретизації – 0,1 с. Дефект зменшує потік теплової енергії до ємності, знижує температуру води в накопичувачі, підвищує температуру первинного контуру та частоту вмикання бойлера. Водночас вигляд перехідних процесів за однакового

дефекту суттєво залежить від витрат води, а основні параметри залишаються в допустимих межах, що ускладнює застосування порогових методів.

Запропоновано такий підхід до формування та класифікації образів динамічних процесів. Сигнали попередньо згладжуються на інтервалі 50 с (500 відліків), що зменшує вплив шумів і скорочує обсяг даних. Далі часові ряди сегментуються ковзним вікном, і кожен елементарний образ подається матрицею розмірністю $n \times m$, де $n = 1 \dots 10$ – номер моменту часу з кроком 50 с, m – номер сигналу. Класифікація виконується окремо для кожної з чотирьох груп сигналів.

Для кожного поточного блока X_k обчислюється зважена відстань до кожного еталона X_m з бази агентів: $dk,m = \sum w_{i,j} \cdot |X_k(i,j) - X_m(i,j)|$, та показник подібності $\alpha_{k,m} = 1/dk,m$. Якщо максимальна подібність $\alpha_k = \max \alpha_{k,m}$ менша за порогове значення, до бази додається новий агент; інакше блок належить до наявного класу. Таким чином база еталонних станів формується інкрементно, без попереднього навчання, а вектор ваг дозволяє акцентувати увагу на найінформативніших параметрах (температурах, тиску).

Для інтерпретації результатів поточний стан візуалізується у вигляді теплової карти (heatmap) у відтінках сірого: стовпці відповідають агентам, рядки – моментам часу з кроком 50 с, а яскравість пікселя (код 0...255) – ступеню подібності поточного стану до стану, описаного агентом (рис. 2).

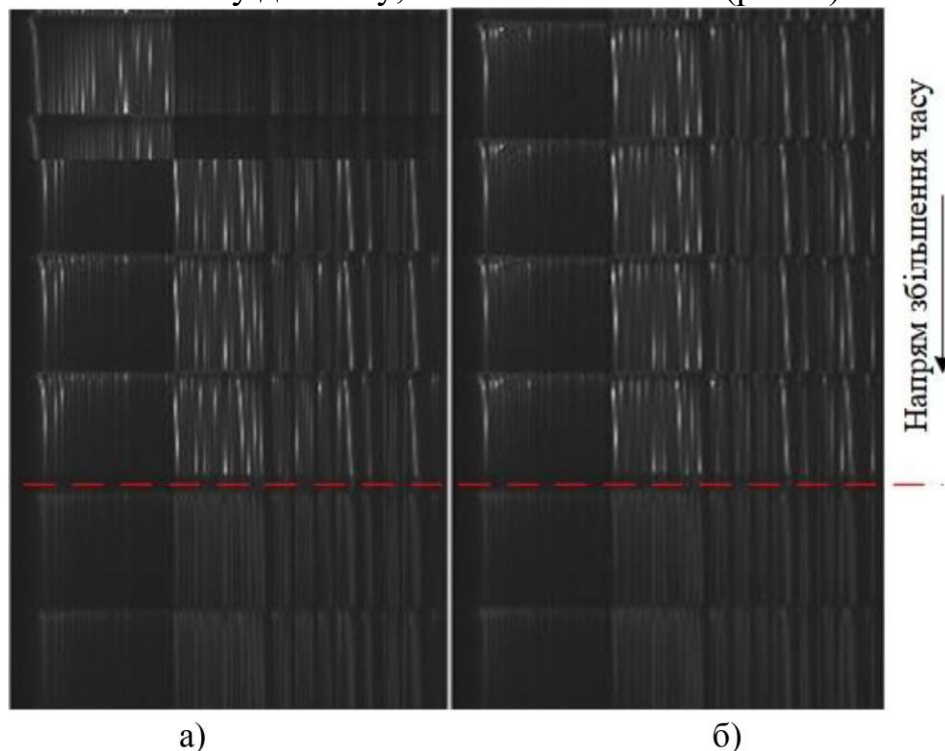


Рисунок 2. Візуалізація коефіцієнта подібності для масиву агентів за витрат: а) 2,964 м³/год; б) 2,477 м³/год

Джерело рисунка: [1].

Після появи дефекту (штрихова лінія на рис. 2) спостерігається помітне зниження яскравості та зникнення світлих точок на горизонтальних лініях, що

свідчить про низьку подібність поточної ситуації до штатних станів, збережених в агентах. Отже, дефект виявляється навіть тоді, коли контрольовані параметри не виходять за допустимі межі. Подання стану у вигляді зображення відкриває можливість застосування стандартних методів обробки та розпізнавання зображень для ідентифікації дефектів.

Для практичної реалізації запропоновано модель хмарного сервісу моніторингу як зовнішнього аналітичного модуля, інтегрованого з ПЛК через технологічну мережу. Модуль включає підсистеми збору даних, попередньої обробки (фільтрація, сегментація), формування бази агентів, розпізнавання станів та візуалізації. Така архітектура не залежить від структури керуючої програми ПЛК і легко масштабується.

Висновки. Запропоновано підхід до формування образів динамічних процесів систем ГВП на основі згладжування та сегментації часових рядів ковзним вікном, а також метод інкрементної класифікації станів за зваженою метрикою подібності, що не потребує попереднього навчання. Результати моделювання підтвердили чутливість підходу до повільно розвиваючих дефектів, зокрема зниження пропускної здатності теплообмінника. Подальші дослідження передбачають апробацію методу на даних реального об'єкта та застосування методів машинного навчання для автоматичної ідентифікації типів дефектів.

Список літератури

1. Конох І., Бурдільна Є., Регеда Ю., Хребтов Є. Формування образів динамічного стану систем гарячого тепло-водопостачання для хмарного сервіса контролю працездатності. Електромеханічні і енергозберігаючі системи. 2026. № 1 (72). С. 45–58. DOI: <https://doi.org/10.32782/2072-2052.2026.1.72.5>
2. Garcia J., Rios-Colque L., Peña A., Rojas L. Condition Monitoring and Predictive Maintenance in Industrial Equipment: An NLP-Assisted Review of Signal Processing, Hybrid Models, and Implementation Challenges. Applied Sciences. 2025. Vol. 15, No. 10. DOI: <https://doi.org/10.3390/app15105465>
3. Leite D., Andrade E., Rativa D., Maciel A. M. A. Fault Detection and Diagnosis in Industry 4.0: A Review on Challenges and Opportunities. Sensors. 2025. Vol. 25, No. 1. Article 60. DOI: <https://doi.org/10.3390/s25010060>
4. Zhang X. et al. A novel approach for intelligent fault detection and diagnosis in district heating system: Convergence of machine learning and mathematical statistics. Energy and Buildings. 2025. Vol. 339. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2025.115772>
5. Morselli F., Bedogni L., Mirani U., Fantoni M., Galasso S. Anomaly detection and classification in predictive maintenance tasks with zero initial training. IoT. 2021. Vol. 2, No. 4. P. 590–609. DOI: <https://doi.org/10.3390/iot2040030>
6. Bittanti S., Canevese S., Fornarini L., Prandini M. A Cloud-Based Monitoring System for Performance Assessment of Industrial Plants. Industrial & Engineering Chemistry Research. 2020. Vol. 59, No. 6. P. 2341–2352. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.iecr.9b06638>

AIRCRAFT WINGLETS FOR THE REDUCTION OF LIFT-INDUCED DRAG

Sanadze Givi,

PhD, Professor, Georgian Technical University

Jovani Samir Sabri Nasif

Student, Georgian Technical University

Abstract

This paper reviews the physical mechanism of lift-induced drag generation. The principal methods for reducing induced drag are analyzed, including wing-geometry optimization, high-aspect-ratio wings, and various winglet configurations. Particular attention is given to the development of winglets, from the classical Whitcomb winglet to Wingtip Fences, Blended Winglets, Sharklets, Raked Wingtips, and Split-Scimitar Winglets. The final section considers promising directions for future winglet development, including adaptive and morphing winglets, CFD optimization, bio-inspired configurations. The CFD results demonstrate that the newly designed wing-grid winglet, developed based on the concept of wingtip vortex disruption, can effectively weaken the wingtip vortex and reduce aerodynamic drag. A flow simulation was conducted to compare the baseline and gridded winglets at angles of attack from 10° to 15° . Drag increased with angle for both designs. The gridded winglet reduced drag by approximately 2.06% at 15° , showing its greatest aerodynamic benefit at higher angles of attack.

Introduction

One of the major development priorities of the modern aeronautical industry is improving the energy and aerodynamic efficiency of aircraft. Airlines are particularly interested in reducing fuel consumption, increasing flight range, improving payload capability, and reducing operating costs.

Aircraft fuel efficiency is influenced by numerous factors, including: aircraft mass, engine efficiency, fuselage aerodynamics, wing geometry, flight speed, flight altitude, aerodynamic efficiency of the wing. Among these factors, wing aerodynamic efficiency plays a particularly important role. A wing generates lift, but at the same time it produces aerodynamic drag. One of the major components of this drag is lift-induced drag.

Lift-Induced Drag Generation

Lift is generated by the pressure difference between the upper and lower surfaces of the wing. The pressure over the upper wing surface is generally lower, while the pressure beneath the wing is higher.

Near the wingtip, this pressure difference causes air to flow from the lower surface toward the upper surface. This process, combined with the forward motion of the

aircraft, produces a three-dimensional rotational flow. The vortices generated at the wingtips are known as wingtip vortices or trailing vortices. The primary airflow over a wing is approximately in the chordwise direction. However, on a real finite wing, an additional lateral component of airflow develops. Under idealized conditions, airflow over a wing moves approximately from the leading edge toward the trailing edge. On a real finite wing, however, the pressure difference between the lower and upper surfaces produces airflow from the wing root toward the wingtip. This is referred to as spanwise flow. Near the wingtip, this flow contributes to the formation of a rotating vortex. The vortex system behind the wing induces a downward velocity component in the surrounding airflow. This phenomenon is known as downwash [1,3].

Downwash changes the effective angle of attack experienced by the wing (Fig.1).

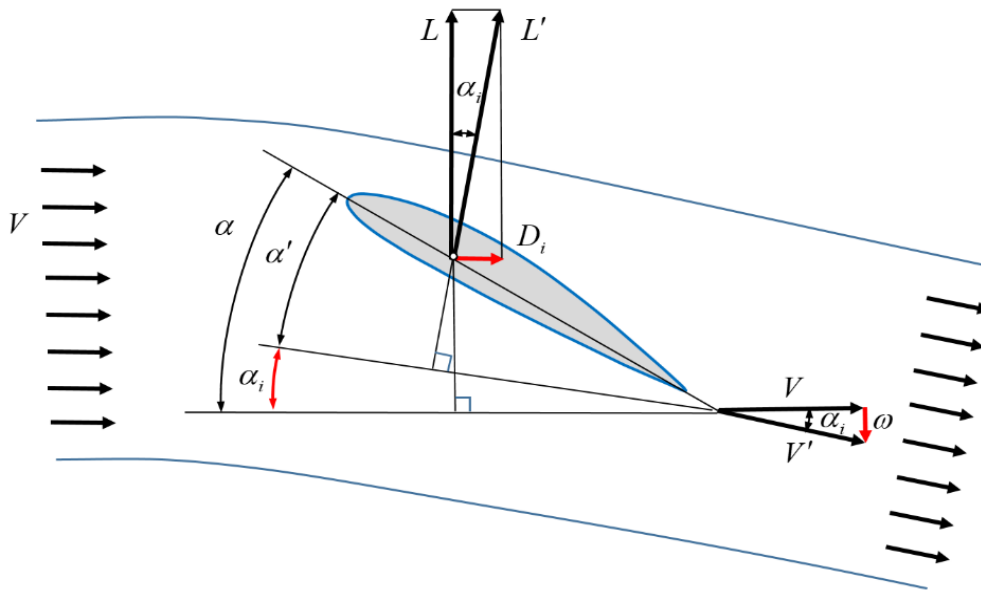


Fig. 1. Effect of wing airfoil downwash
Source of the figure: author's development based on [1]

The induced angle of attack can be expressed as:

$$\alpha_i = \frac{\omega}{V}$$

where: α_i - induced angle of attack, ω - downwash velocity, V - flight velocity.

As a result of downwash, the lift vector is tilted rearward. The rearward component of the lift vector acts opposite to the aircraft's forward motion. This component is lift-induced drag. According to classical lifting-line theory, the coefficient of induced drag can be expressed as:

$$C_{D_i} = \frac{C_L^2}{\pi \cdot AR \cdot e}$$

where: C_{D_i} - induced drag coefficient, C_L - lift coefficient, AR - wing aspect ratio, e - Oswald efficiency factor. The lift distribution over a real wing is not perfectly elliptical. For an ideal elliptical lift distribution: $e=1$. For a real wing: $e<1$.

Thus, according to these formulas, lift-induced drag increases with increasing lift coefficient and decreases as the wing aspect ratio increase.

Methods for Reducing Lift-Induced Drag

The principal methods for reducing induced drag include: Wing-geometry optimization, application of Wingtip devices, Flight-condition optimization.

One of the most effective methods for reducing induced drag is increasing the wing aspect ratio. This principle is widely used in: gliders, reconnaissance aircraft, long-range aircraft, modern commercial aircraft. For example, high-performance gliders may have: $AR > 20$. However, increasing wingspan also leads to: increased structural weight and complexity. Therefore, simply increasing wingspan is not always the optimal solution.

Another method of reducing induced drag is wing twist. Reducing the angle of attack toward the wingtip decreases the local lift generated in this region. The purpose of wing twist is to optimize the spanwise lift distribution and control aerodynamic loading near the wingtip [4].

However, one of the most effective methods for reducing induced drag is the use of winglets - an additional aerodynamic surface installed at or near the wingtip. Its primary purpose is to modify the flow around the wingtip and reduce the aerodynamic penalties associated with trailing vortices.

A properly designed winglet can: reduce wingtip vortex intensity, reduce induced drag, improve the L/D ratio, reduce fuel consumption.

Operating Principle of a Winglet

The high pressure beneath the wing tends to drive airflow toward the low-pressure region above the wing. The wingtip provides a natural path for this flow. A winglet modifies the pressure field and the flow structure near the wingtip. The basic physical process can be represented as: Pressure difference $\rightarrow$ spanwise flow $\rightarrow$ wingtip vortex $\rightarrow$ downwash $\rightarrow$ induced angle of attack $\rightarrow$ induced drag. With a winglet, this process becomes: Pressure difference $\rightarrow$ controlled spanwise flow $\rightarrow$ modified vortex structure $\rightarrow$ reduced vortex intensity $\rightarrow$ reduced induced drag.

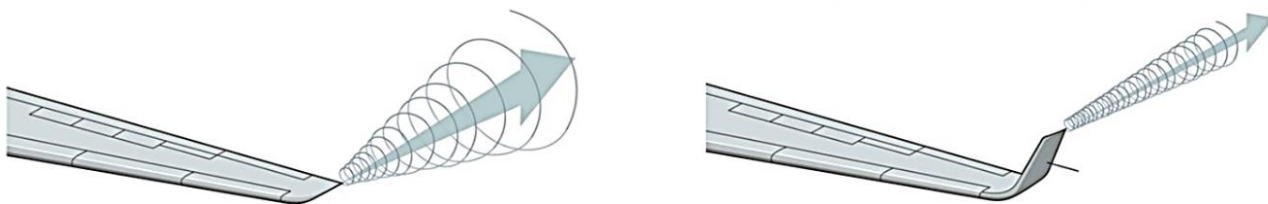


Fig. 2. Principle of a Winglet
Source of the figure: [13]

A winglet does not completely eliminate the vortex. Instead, it changes its strength, position, and spatial distribution (Fig.2).

Let us examine the evolution of winglets. During the 1970s, NASA engineer Richard Whitcomb investigated the use of additional vertical surfaces at the wingtip – Whitcomb's winglet (Fig. 3). The concept developed by Whitcomb became one of the foundations of modern winglet technology. Research demonstrated that appropriately

designed wingtip surfaces could improve aerodynamic efficiency without requiring major modifications to the entire wing structure.

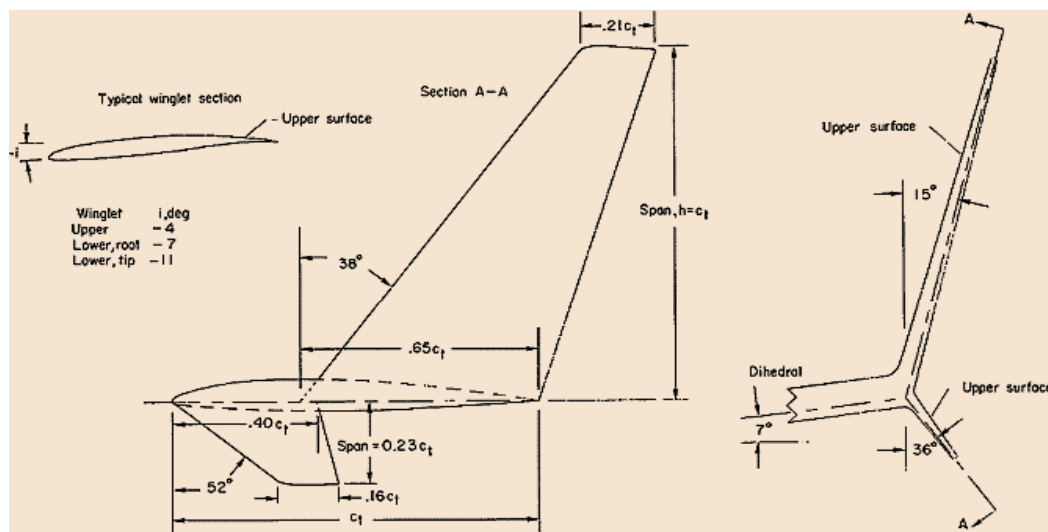


Fig. 3. Whitcomb's winglet
Source of the figure: [14]

A **Wingtip Fence** is an additional aerodynamic surface mounted at the wingtip. It may incorporate surfaces extending both above and below the wing plane. Wingtip Fences were widely used on several Airbus commercial aircraft designs (Fig. 4).

A **Blended Winglet** is a wingtip device that transitions smoothly from the wing surface into an upward-curved winglet. Compared with a conventional sharp-edged vertical winglet, the smooth transition reduces local flow separation and interference at the winglet-wing junction. Blended Winglet technology has been widely applied to various Boeing 737 configurations. The use of blended winglets can reduce fuel consumption and improve aircraft operating efficiency, particularly during long-range cruise operations.

The **Sharklet** is a modern wingtip device developed by Airbus. Its primary purpose is to increase the effective aerodynamic aspect ratio and reduce induced drag. Sharklets are used on the Airbus A320 family. Their aerodynamic benefits are particularly relevant during longer flights, where fuel efficiency plays a major role in operating economics.

Boeing has developed a new type of wingtip, informally called "**double feather**," for its new B-737MAX family of aircraft. This two-part winglet features a larger section pointing upward, while the smaller section points downward. This design offers a 1.5% improvement over existing winglets.

The **Split-Scimitar Winglet** is an advanced wingtip configuration. It consists of: an upward-curved primary winglet and an additional downward-pointing lower fin. These two elements act together to modify the wingtip vortex structure. Split-Scimitar Winglets have been applied to various Boeing 737NG configurations.



Fig. 4. Type of winglets

Source of the figure: Authors' compilation based on [15]

The **Spiroid Winglet** represents a more complex wingtip concept. Its geometry can form a partially closed three-dimensional contour (Fig.5). The primary objective is to redistribute and control the energy associated with the wingtip vortex system. The Spiroid concept is particularly interesting because it uses a different three-dimensional geometry to influence the wingtip flow and potentially reduce induced drag.



Fig. 5. Type of winglets

Source of the figure: [16, 17, 18]

Bird wings provide a natural example of vortex-flow management. Some birds have separated feathers at the wingtip. Such structures help distribute the strong tip vortex into several weaker vortical structures. Inspired by this natural mechanism, researchers can investigate: multi-element wingtips, feather-like wingtip structures,

micro-winglets, bio-inspired vortex-control devices. This approach is particularly promising for small UAVs.

In birds the feathers at the ends of the wings diverge and break one powerful vortex into several weaker one. **Wing Grid** multiple plates at the wingtip that break up vortices. Unique and experimental, aiming for drag reduction.

A **Drooped Winglet** is a wingtip device that extends downward or is inclined downward relative to the wing plane. Its purpose is to modify the wingtip vortex structure in a different way from conventional upward-oriented winglets. Such configurations may be particularly interesting for low-speed flight conditions and aircraft operating over a wide range of aerodynamic regimes.

Below is shown a comparison table showing the reduction in aerodynamic drag achieved by different major winglet configurations (Table. 1). As can be seen from the table, the spiroid winglet provides the best results.

Table 1.
Total Drag Reduction for Different Types of Winglets

N	Winglet type	Figure	Total drag decrease
1.	Blended winglet		4-8 %
2.	Spit scimitar / Double feather		5-9 %
3.	Spiroid winglet		7-12 %
4.	Wing fence		2-5 %
5.	Whitcomb's winglet		4-8 %
6.	Sharklets		4-7 %
7.	Drooped winglet		2-5 %

Advanced Evolution of Winglet Technology

The development of wingtip technology can be represented schematically as: Whitcomb Winglet → Wingtip Fence → Blended Winglet → Sharklet → Split Scimitar Winglet → Raked Wingtip → Adaptive Wingtip. This evolution reflects a significant change in design philosophy. Initially, the primary objective was to reduce wingtip-vortex strength. Modern design approaches consider the entire wingtip system as an integrated aerodynamic structure.

Modern winglet design relies heavily on CFD (Computational Fluid Dynamics). CFD methods can be used to determine: pressure distributions, velocity fields,

turbulent flow characteristics, wingtip vortex structure, downwash, lift distribution, drag distribution.

Conventional winglets have fixed geometry. One promising future technology is the **Adaptive Winglet**. In such a system, the winglet geometry could change according to flight conditions. For example: During takeoff the winglet configuration could be selected to improve lift and takeoff performance; During climb the geometry could be optimized to minimize induced drag, During cruise

The winglet could be configured to maximize lift-drag ratio. Such systems could be integrated with: fly-by-wire systems, actuators, sensors, smart materials, artificial-intelligence-based control systems.

A **Morphing Winglet** is a more advanced concept in which the geometry of the winglet can change continuously. Such a system allows the winglet to be optimized for different flight conditions rather than for a single design point.

Advanced composite materials play an important role in modern winglet development. Their use enables: high structural strength, low mass, complex aerodynamic geometries, integrated structural designs. Reducing winglet mass is particularly important for large wingtip devices.

In the future, additive manufacturing may further expand the possibilities for producing highly complex wingtip geometries.

One of the interesting and relatively less-studied areas is wing-grid technology. The main idea of these concept is to break down and weaken the wingtip vortex. Based on this principle, a new winglet configuration was designed, incorporating additional cut-out openings forming a grid structure (Fig.6).

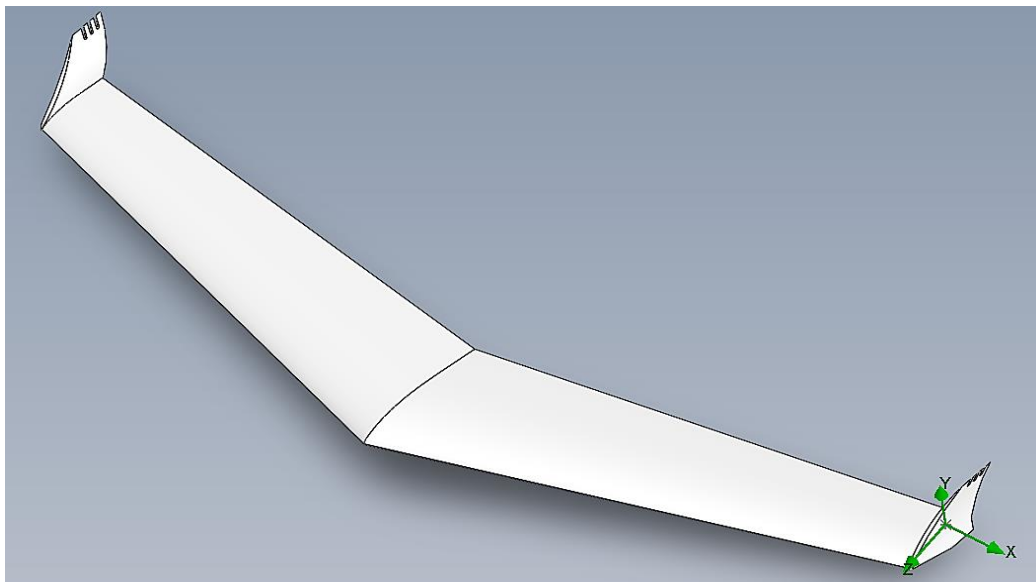


Fig.6. Grid Winglet Design
Source of the figure: author's development

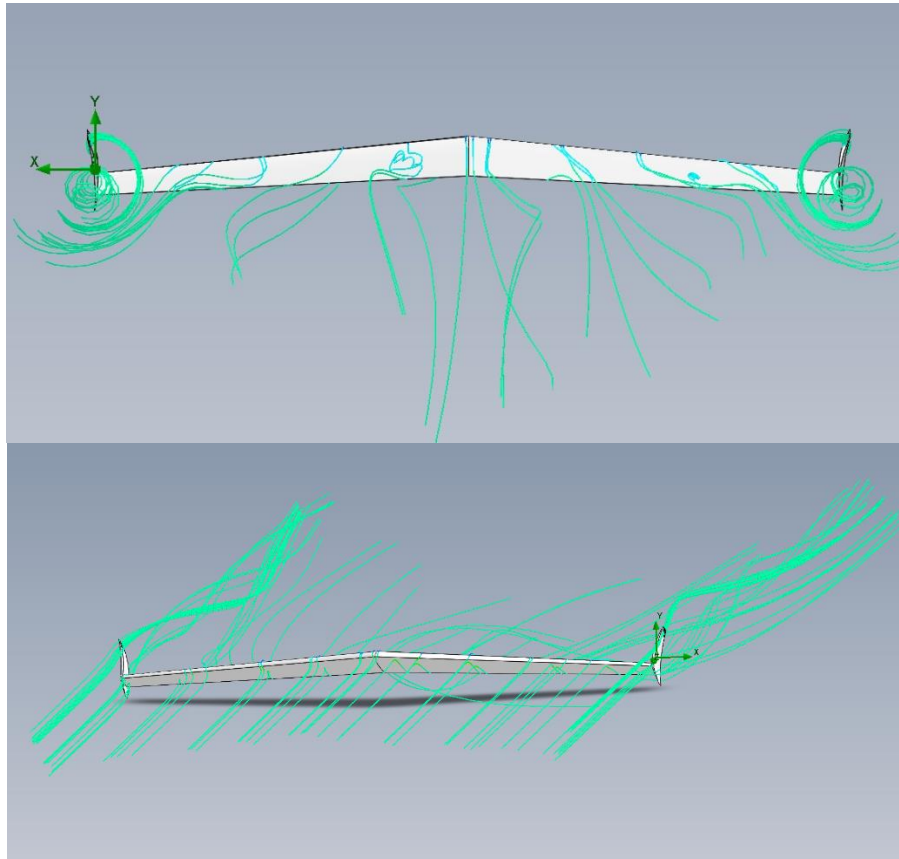


Fig.7. Solidworks Flow Simulation for the grided winglet
Source of the figure: author's development

A simulation was performed using Solidworks Flow Simulation for the baseline winglet and the grided winglet at different angles of attack (Fig. 7). Based on the obtained results, a diagram illustrating the dependence of the wing drag force on the angle of attack was made (Fig. 8).

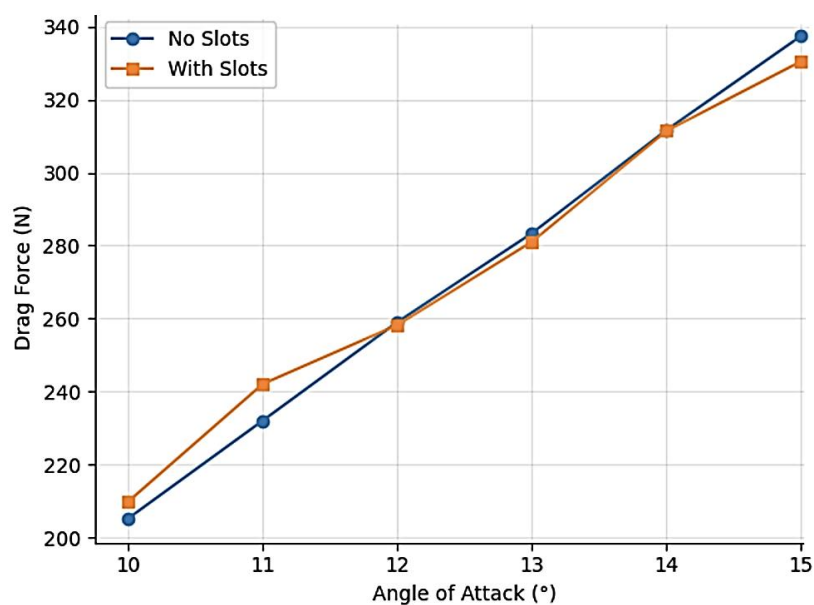


Fig. 8. Dependence of Wing Drag Force on the Angle of Attack
Source of the figure: author's development

The diagram shows that the drag force increases for both configurations as the angle of attack increases from 10° to 15° . At lower angles (10° – 11°), the slotted winglet produces higher drag, whereas at 12° – 14° , the results for both configurations are nearly identical. At 15° , the use of the slotted winglet reduces the drag force from 337.429 N to 330.466 N, corresponding to a reduction of approximately 2.06%. These results indicate that the aerodynamic benefits of the slots are most pronounced at higher angles of attack.

Conclusions

The problem of reducing induced drag cannot be solved through a single technological approach. Increasing wingspan is an effective method, but it introduces structural and operational constraints.

Winglets provide an alternative means of improving aerodynamic efficiency without requiring a substantial increase in overall wingspan. For this reason, winglet technology has become particularly important in commercial aviation. However, a single winglet configuration cannot be considered optimal for all aircraft. Consequently, modern winglet design represents a multidisciplinary engineering problem involving aerodynamics, structures, materials, manufacturing, control, and optimization [6, 8].

Lift-induced drag represents an important component of the aerodynamic drag of an aircraft. Its formation is associated with the following physical sequence: pressure difference $\rightarrow$ spanwise flow $\rightarrow$ wingtip vortex $\rightarrow$ downwash $\rightarrow$ induced angle of attack $\rightarrow$ induced drag.

Winglets represent one of the most successful practical technologies for addressing this problem. From the classical Whitcomb winglet to modern Blended Winglets, Sharklets, Split-Scimitar Winglets, and Raked Wingtips, wingtip technology has undergone significant evolution. The current development trend indicates that the future winglet will no longer be considered simply an additional aerodynamic surface attached to the wing. Instead, it may become an: Integrated Intelligent Wingtip System combining: wing geometry, winglet geometry, active aerodynamic control, CFD, artificial intelligence, smart materials, morphing technology.

The combination of CFD + AI + Multi-Objective Optimization is particularly promising because it can enable simultaneous optimization of winglet aerodynamic performance, structural requirements, mass, manufacturing complexity, economic efficiency, and environmental impact.

For future research, an especially promising direction is the development of an AI-based adaptive winglet for UAVs, in which the winglet geometry automatically changes according to flight speed, angle of attack, aircraft mass, and other flight conditions. Therefore, the future of winglet technology is associated not only with improving existing configurations but also with the development of a new generation of intelligent, adaptive, bio-inspired, and AI-optimized wingtip systems.

A flow simulation was conducted to compare the baseline and gridded winglets at angles of attack from 10° to 15° (Fig. 7). Drag increased with angle for both designs.

The gridded winglet reduced drag by approximately 2.06% at 15°, showing its greatest aerodynamic benefit at higher angles of attack.

References

1. Anderson, John D., and Mary L. Bowden. *Introduction to Flight*. 9th ed. New York: McGraw Hill, 2022. 1203 pp.
2. Abbott, Ira H., and Albert E. von Doenhoff. *Theory of Wing Sections: Including a Summary of Airfoil Data*. 2nd ed. New York: Dover Pub. 1959. 693 pp.
3. Hoerner, Sighard F. *Fluid-Dynamic Drag: Practical Information on Aerodynamic Drag and Hydrodynamic Resistance*. Midland Park, NJ: Hoerner Fluid Dynamics, 1965. 450 pp.
4. Whitcomb, Richard T. *A Design Approach and Selected Wind-Tunnel Results at High Subsonic Speeds for Wing-Tip Mounted Winglets*. NASA Technical Note D-8260. Washington, DC: National Aeronautics and Space Administration, 1976.
5. Guerrero, J. E., M. Sanguineti, and K. Wittkowski. "Variable Cant Angle Winglets for Improvement of Aircraft Flight Performance." *Meccanica* 55 (2020): 1917–1947.
6. Zhang, et al. "Optimization and Analysis of Winglet Configuration for Solar Aircraft." *Chinese Journal of Aeronautics* 33, no. 12 (2020): 3238–3252.
7. Merryisha, Samuel, and Parvathy Rajendran. "Review of Winglets on Tip Vortex, Drag and Airfoil Geometry." *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences* 63, no. 2 (2021).
8. Panagi, Georgia. "Parametric Study for Optimizing Winglet Efficiency and Comparative Analysis of Aerodynamic Performance of a Wing with No Winglet and with Different Types of Winglets for Lighter Aircraft." *Archives of Biomedical Science and Engineering* 7, no. 1 (2021): 5–21.
9. "An Investigation on Winglet Design with Limited Computational Cost, Using an Efficient Optimization Method." *Aerospace Science and Technology* 117 (2021): 106957.
10. Chandra, Deepankar, and Anadi Misra. "Impact of Implementing Winglets on the Aerodynamic Performance of an Aircraft: A Review." *International Journal of Mechanical and Thermal Engineering* 4, no. 1 (2023): 44–54.
11. Ivković, Dušan, Ivan Kostić, Olivera Kostić, Mirko Dinulović, and Aleksandar Simonović. "Aerodynamic Optimization of Winglets for an Unmanned Aerial Vehicle." *Scientific Technical Review* 74, no. 2 (2024): 48–53.
12. "Developments in Wingtip Vorticity Mitigation Techniques: A Comprehensive Review." *Aerospace* 11, no. 1 (2024): 36.
13. <https://dtpropeller.com/2020/03/22/winglets-what-are-they-and-what-are-they-used-for/>
14. <https://ntrs.nasa.gov/api/citations/19760019075/downloads/19760019075.pdf>
15. <https://avgeekery.com/whats-up-with-a-winglet/>

16.

https://www.reddit.com/r/WeirdWings/comments/m74vvj/if_were_doing_weird_winglet_wednesday_falcon_50/

17.

<https://www.gacetaeronautica.com/gaceta/wp-101/winglets-vii-disenos-especiales/>

18.

https://www.airliners.net/photo/Untitled/Piper-PA-28-140-mod-Cherokee-B/560976?utm_source=google&utm_medium=organic

CONCEPTUAL FOUNDATIONS OF INTEGRATING BIO-ART INTO THE STEAM EDUCATION SYSTEM IN TEACHING BIOLOGICAL DISCIPLINES

Duysenbay Ayaulym Beybitkyzy,

Master Student / Researcher,
Zhetysu University named after I. Zhansugurov

Tokpanov Erkin Aipovich,

Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor (Docent),
Zhetysu University named after I. Zhansugurov

Abstract. This article theoretically substantiates the conceptual foundations of integrating bio-art into the STEAM education system when teaching biological disciplines. Based on a systematic review of peer-reviewed scientific literature (2020–2026), the didactic potential of key bio-art domains (agar art, biomycelial design, bacterial cellulose) is structured and mapped to biological curriculum topics. An interdisciplinary STEAM learning cycle combining laboratory experiments, bio-design, and bioethical reflection is developed. To prevent non-scientific fabrication of empirical data, this study is conducted as a conceptual review. A rigorous methodology and empirical research protocol are formulated for future experimental validation, detailing sample parameters, evaluation rubrics, and statistical testing procedures.

Keywords: bio-art, STEAM education, biology teaching, interdisciplinarity, agar art, biomycelium, bioethics, empirical research design.

1. Introduction

Background. Modern transformations in secondary and higher biology education demand a shift from isolated, rote discipline-based learning toward integrated, interdisciplinary comprehension of living systems. Under the rapid expansion of synthetic biology, molecular genetics, and nanobiotechnology, traditional reproductive teaching methods often struggle to foster deep student engagement and systemic critical thinking. In response, international educational research has prioritized the STEAM framework (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics), which embeds creative art practices into the scientific and technological matrix (Conradty & Bogner, 2020; Lazoudis & Alexopoulos, 2023).

Research Problem. Despite the widespread endorsement of STEAM education, the 'Art' component is frequently operationalized superficially as mere technical illustration or decorative framing. Simultaneously, bio-art—a contemporary art movement utilizing living organisms, microbiological cultures, fungal mycelium, and bio-composites as primary artistic and conceptual media—remains underutilized in formal biology curricula. This creates a significant research gap between the recognized didactic value of bio-art for visualizing complex metabolic and cellular processes (such as pigmentogenesis, morphogenesis, and biodegradation) and the lack

of formalized pedagogical models for its systematic implementation in biology classrooms.

Literature Context. The didactic integration of art and natural science has been analyzed by Madden et al. (2021) and Perignat & Katz-Buonincontro (2020). The specific pedagogical utility of microbial art (agar art) in microbiology education is highlighted by Sosa-Martínez et al. (2022) and Xue et al. (2021). The educational application of fungal mycelium and bacterial cellulose in sustainable bio-design is examined by Camere & Karana (2020) and Azzarello et al. (2022). Bioethical reflection and aesthetic engagement with living systems are explored by Tavakoli et al. (2021). Building upon these contemporary studies (2020–2026), this paper addresses the need for a unified conceptual framework.

Research Objective. The objective of this study is to theoretically substantiate and develop a conceptual model for integrating bio-art as an innovative didactic tool within STEAM-based biology instruction.

Research Tasks. To achieve this objective, the study addresses four tasks: (1) analyze contemporary literature (2020–2026) on STEAM pedagogy and bio-art; (2) construct a didactic matrix aligning bio-art media with specific biology curriculum topics and STEAM competencies; (3) design a closed structural-functional STEAM learning cycle; and (4) formulate a rigorous empirical research protocol for future experimental validation.

2. Literature Review

Recent literature demonstrates that effective science education relies heavily on context-based, inquiry-driven learning frameworks (Вербицкий & Ларионова, 2020). Conradt & Bogner (2020) argue that integrating artistic inquiry into STEM subjects significantly enhances intrinsic motivation, self-efficacy, and conceptual retention across diverse learner populations.

In the domain of microbiology education, Sosa-Martínez et al. (2022) and Xue et al. (2021) demonstrate that 'Agar Art'—the creation of visual imagery using chromogenic bacterial cultures on agar plates—transforms abstract microbial concepts into tangible, visual phenomena. Students practicing agar art master aseptic technique, streak-plating methods, and bacterial growth dynamics more effectively due to the immediate visual feedback provided by living cultures.

Regarding bio-materials and ecological education, Camere & Karana (2020) and Azzarello et al. (2022) examine the pedagogical value of growing mycelium-based composites and bacterial cellulose (SCOBY). Their findings show that working with living fungal and bacterial matrixes introduces students to circular material science, biodegradation, and bio-fabrication, shifting their perspective from passive resource consumption to active ecological co-creation.

Furthermore, Tavakoli et al. (2021) and Lazoudis & Alexopoulos (2023) emphasize that bio-art provides an irreplaceable avenue for bioethical reflection. Engaging with living organisms within artistic frameworks prompts students to critically evaluate the ethical boundaries of biotechnological manipulation, genetic intervention, and human-nature interactions.

3. Theoretical and Methodological Framework

This study adopts a conceptual review methodology. To maintain strict scientific integrity, no empirical data (such as participant samples, pre/post-test scores, or survey percentages) have been fabricated. Instead, the paper distinguishes between three distinct epistemological levels: (1) confirmed findings from peer-reviewed literature (2020–2026); (2) author-developed conceptual frameworks and didactic matrices; and (3) a prospective empirical research protocol designed for future experimental testing.

The theoretical framework synthesizes the principles of context-based education (Вербицкий & Ларионова, 2020), inquiry-based science education (Madden et al., 2021), and the 'Deep STEAM' paradigm (Lazoudis & Alexopoulos, 2023). Methodological procedures include systematic literature analysis, didactic comparative analysis, and structural-functional pedagogical modeling.

4. Theoretical Results and Conceptual Model

Based on the systematic analysis of recent literature, we synthesized a didactic matrix that maps key bio-art domains to specific biological subjects and STEAM competencies (Table 1).

Table 1. Didactic matrix mapping bio-art domains to biology topics and STEAM competencies

Bio-Art Domain	Biological Medium / Organism	Target Biological Concepts	Formed STEAM Competencies
Agar Art (Microbial Art)	Chromogenic bacterial strains (Micrococcus luteus, Serratia marcescens)	Microbiology: bacterial metabolism, pigmentogenesis, colony morphology, aseptic rules	Streak-plating technique, microbiological sterility, spatial color composition, lab safety
Biomycelial Design	Basidiomycete mycelium (Pleurotus ostreatus, Ganoderma lucidum)	Mycology & Ecology: fungal hyphae structure, lignocellulose degradation, bio-composites	Bio-structural engineering, sustainable material design, circular economy modeling
Bacterial Cellulose	Symbiotic culture Komagataeibacter xylinus (SCOPY matrix)	Biochemistry & Biotechnology: cellulose biosynthesis, polymer nanostructures, fermentation	Project-based bio-design, eco-friendly plastic alternatives, bio-fabrication skills

Table 1 establishes that integrating bio-art into biology instruction does not compromise scientific rigor; rather, it anchors theoretical knowledge in hands-on, aesthetic bio-fabrication.

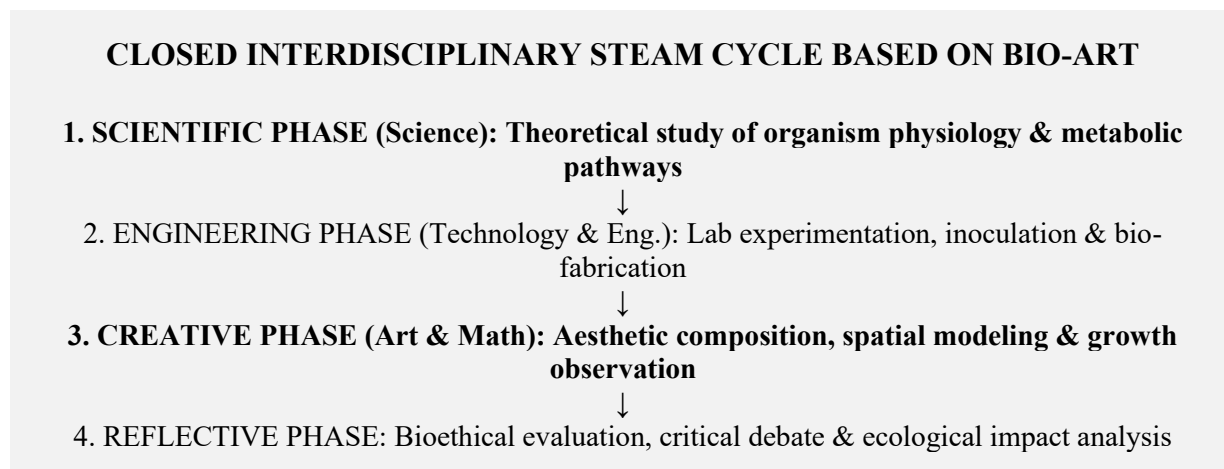


Figure 1. Structural-functional diagram of the closed interdisciplinary STEAM learning cycle based on bio-art

Source of the figure: author's development

5. Discussion and Empirical Research Protocol

Comparative Analysis with Contemporary Literature. Comparing our conceptual model with recent findings (Madden et al., 2021; Lazoudis & Alexopoulos, 2023) indicates that while traditional STEAM initiatives incorporate conventional visual arts, integrating bio-art establishes a 'Deep STEAM' paradigm. In this model, living organisms act simultaneously as scientific subjects and aesthetic media, providing immediate organic feedback on experimental precision.

Protocol for Future Empirical Research. To provide a clear roadmap for subsequent experimental validation without fabricating data, we formulate a comprehensive empirical research design:

1. **Sample and Educational Setting:** Target population consists of undergraduate students in biology and pedagogy programs (planned sample size $N = 60-80$). Participants will be randomly allocated into a Control Group (CG, following standard laboratory manuals) and an Experimental Group (EG, experiencing the bio-art STEAM cycle) over a 15-week academic semester.

2. **Evaluated Variables and Diagnostic Tools:** (A) Cognitive Domain: validated pre/post-test assessing conceptual understanding of microbiology and mycology; (B) Practical Skills: a 5-point rubric evaluating laboratory sterility, streak-plating precision, and bio-fabrication quality; (C) Bioethical and Affective Domain: a standardized 5-point Likert scale questionnaire measuring environmental responsibility, bioethical awareness, and learning motivation.

3. **Statistical Analysis Plan:** Data normality will be tested via the Shapiro-Wilk test. Between-group differences will be evaluated using independent samples t-test (or Mann-Whitney U-test for non-normal distributions). Effect size will be calculated

using Cohen's d. Internal consistency of survey instruments will be verified via Cronbach's alpha (target $\alpha \geq 0.75$).

6. Conclusions

This study theoretically substantiates the conceptual foundations of integrating bio-art into STEAM-based biology education. By synthesizing contemporary peer-reviewed literature (2020–2026), we developed a structured didactic matrix linking bio-art media (agar art, biomycelium, bacterial cellulose) with core biological concepts and STEAM competencies. A closed structural-functional STEAM learning cycle was established, and a detailed empirical research protocol was formulated to guide future practical testing.

Significance and Limitations. The theoretical significance lies in defining the didactic mechanisms of 'Deep STEAM' through living systems. The practical value consists of ready-to-use matrices and experimental frameworks for university biology educators. The primary limitation is the study's conceptual nature; empirical validation through classroom intervention represents the necessary next step.

References

1. Azzarello E., Cucinotta E., Landi S. Mycelium-based bio-composites in sustainable design education // *Journal of Cleaner Production*. – 2022. – Vol. 340. – Art. 130780.
2. Camere S., Karana E. Growing materials for biodesign education: A teacher's perspective // *International Journal of Design Education*. – 2020. – Vol. 14, No. 2. – P. 31-48.
3. Conradt C., Bogner F. X. STEAM in science education: Increasing intrinsic motivation and self-efficacy // *International Journal of Science Education*. – 2020. – Vol. 42, No. 7. – P. 1150-1172.
4. Lazoudis A., Alexopoulos C. Deep STEAM: Integrating living systems and bio-art into secondary biology learning // *STEM Education Review*. – 2023. – Vol. 5, No. 1. – P. 15-29.
5. Madden L. et al. Interdisciplinary STEAM learning models in biological sciences: A systematic review (2018–2021) // *Journal of Biological Education*. – 2021. – Vol. 55, No. 4. – P. 380-398.
6. Perignat E., Katz-Buonincontro J. STEAM in practice and research: An integrative literature review // *Thinking Skills and Creativity*. – 2020. – Vol. 31. – Art. 100619.
7. Sosa-Martínez J. et al. Microbial Art as an innovative pedagogical tool in undergraduate microbiology education // *Frontiers in Microbiology*. – 2022. – Vol. 13. – Art. 892104.
8. Tavakoli M. et al. Bioethics and aesthetic reflection in bio-art and STEM integration // *Science & Education*. – 2021. – Vol. 30, No. 3. – P. 645-667.
9. Xue H. et al. Agar art as an innovative educational instrument for teaching bacterial physiology // *Journal of Microbiology & Biology Education*. – 2021. – Vol. 22, No. 2. – P. 1-9.

SYNTHESIS AND APPLICATION OF SOME ADAMANTYLCONTAINING DERIVATIVES OF NATURAL α -AMINOACIDS.

Klimko Yurii

PhD, Ass.Prof

National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"

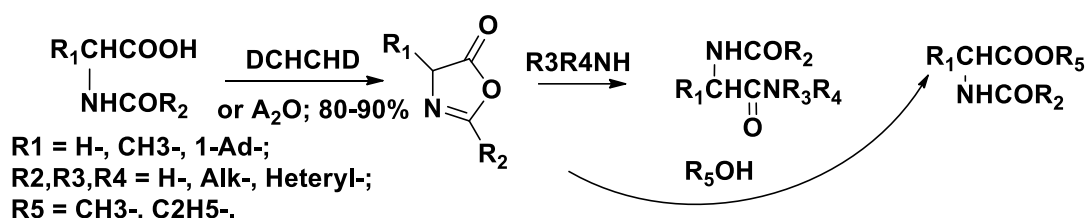
Kiyv. Ukraine

Abstract.

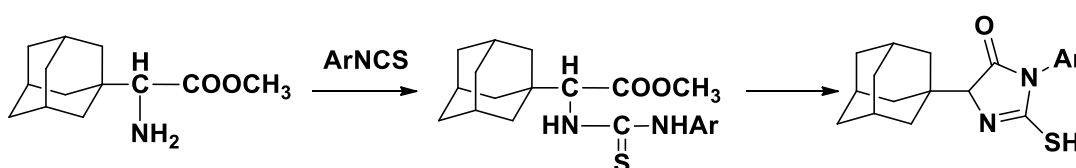
How reported earlier [1] amides of 1-adamantylglycine have high antivirus activity in vitro. These synthesis through N-acyl chloranhydrides gives low yields, and it's impossible in any cases.

Keywords. Oxazolones, thiohydantoines, N-substituted α -aminoasides.

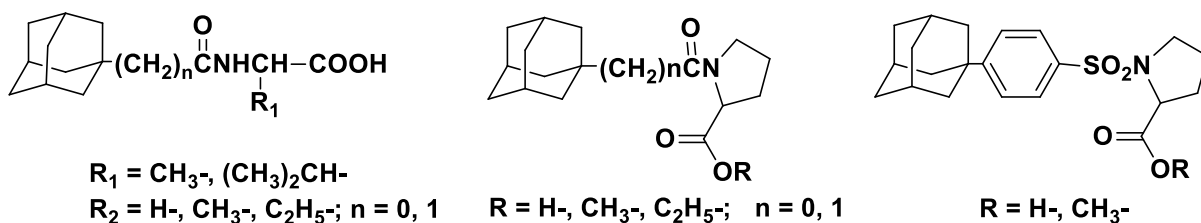
Oxazolones as intermediates during amides, hydrazides and esters of N-acyl- α -aminoacids synthesis possess the advatages to be produced under mild conditions with high yields and to open with the help of nucleophilic reagents. The yields of the dinal products in this method were 70-80%. Acetic anhydride and dicyclohexylcarbodiimide have been used in oxazolones syntheses as dehydrogenative agentes. The yields were 15-25% higher in the last case. The described method allowes someone to use adamantylcontaining oxazolones for synthesis natural peptides analogies.



Thiohydantoines are formed by cyclization of α -aminoacids phenylthiocarbamoyl derivatives by acidic agentes action. This reaction is used for the determination aminoacids followance of peptides for Edman's. We have found that thioures forming under heating methyl-1-adamantyl glycine ester with various isothiocyanates in benzene give thiohydantoines spontaneously with quantitative yield. The PMR spectrums analysis has shown produced thiohydantoines to exist in solution as thioenol form exclusively. For example, Ar = Ph: 7.8 ppm, SH; 3.57 ppm, singlet CH. The obtained substances could be interesting as matters for biological study.



Enantiomeric derivatives of N-substituted α -aminoacids are used for chiral phases obtaining employed in GLC [2]. We have obtained new N-adamantylcontaining esters of L- and D-alanine, L- and D-valine and L-proline, which are hydrolysed in alkaline medium to correspondive N-acyl- α -aminoacides.



References

- [1]. Krasutsky P.A., Novicova M.I., Semenova I.G. Chim. pharm. 2.,1985. v.19, №7, pp. 825-829.
- [2]. S.G.Allenmark. Chromatographic enantioseparation: method and applicatson. 1988, p. 268.

ПЕРЕГОВОРНЕ ПЕРЕПРИЗНАЧЕННЯ ЗАВДАНЬ І РЕСУРСІВ ІТ-ПРОЄКТУ СПЕЦІАЛІЗОВАНИМИ ІІІ- АГЕНТАМИ

Босв Олександр Петрович,
аспірант

Національний університет «Одеська політехніка»

Вступ. Недоступність виконавця, зміна пріоритетів або уточнення трудомісткості порушують чинні призначення в ІТ-проєкті. Заміна одного ресурсу може спричинити затримку залежних робіт і перевантаження інших учасників. Дослідження планування за невизначеності розглядають реакцію на такі зміни як окрему задачу підтримання здійсненності розкладу [1]. Для ІТ-команди важливо також зберігати узгоджені зобов'язання та не перебудовувати роботи, яких подія не стосується.

Переговорний розподіл завдань має теоретичну основу в протоколі Contract Net, де оголошення потреби, подання пропозицій та погодження виконавця утворюють цикл взаємодії [2]. Водночас сам обмін пропозиціями не визначає, як порівнювати вартість, компетенції та стан ресурсів. У багатокваліфікаційному плануванні рівень навичок впливає на допустимість призначень і цільові показники проєкту [3]. Тому переговори необхідно пов'язати з багатокритеріальною оцінкою та спільною перевіркою ресурсних обмежень.

Мета роботи. Розробити підхід до переговорного перепризначення незавершених завдань ІТ-проєкту спеціалізованими ІІІ-агентами, який поєднує подієвий запуск, формування альтернатив і їх узгодження за відповідністю компетенцій, вартістю, завантаженням, накопиченою втомою та ризиком. Результатом має бути допустимий набір погоджених змін, а за неможливості його отримання – обґрунтований запит на рішення менеджера.

Основна частина роботи. Проєкт подається чинним планом, графом залежностей завдань і календарями доступності ресурсів. Ресурсами виступають виконавці або команди; ІІІ-агенти є програмними учасниками планування, а не заміною цих виконавців. Для завдання відомі вимоги до навичок, залишкова трудомісткість і допустиме вікно виконання. Для ресурсу враховуються компетенції, ставка, підтверджені зобов'язання та оцінка доступної продуктивності. Рішення стосується лише тієї частини роботи, яку ще можна змінити.

Переговори ініціюються підтвердженою подією: втратою доступності, зміною вимог або прогнозованим порушенням строку чи ресурсної місткості. Повідомлення містить джерело, час спостереження, ідентифікатор події та версію плану. Повтори об'єднуються, а застарілі відомості не використовуються для автоматичного застосування змін. Після запуску визначається область переговорів, що охоплює проблемні завдання, їхні суттєві залежності та спільні дефіцитні ресурси. Завершені роботи залишаються незмінними.

Функції розподіляються між агентами завдань, ресурсів, строків і ризиків. Агент завдань задає вимоги та межі можливих змін; агент ресурсів формує кандидатів із доступними часовими вікнами. Агент строків перевіряє залежності й наслідки для контрольних дат, агент ризиків оцінює невизначеність виконання та передачі роботи. Координатор веде раунди обміну, фіксує суперечності й готує узгоджений набір альтернатив. Таким чином, одна пропозиція перевіряється з кількох функціональних позицій.

Перший раунд починається із запиту на перепризначення. У відповіді вказуються кандидат, обсяг роботи, початок і завершення, очікувана вартість, припущення та строк чинності пропозиції. Нездійсненна відповідь супроводжується причиною відмови, наприклад браком навички або перетином календарів. Це дає змогу наступному раунду змінити конкретну умову: час початку, частку участі чи склад виконавців. Уступка щодо строку дозволена лише в межах затвердженого резерву.

До оцінювання застосовується фільтр жорстких обмежень. Перевіряються обов'язкові компетенції, доступність, залежності, гранична місткість і недопустимі поєднання робіт. Якщо бюджет або дата є директивними, вони також належать до цього фільтра. Низька вартість не компенсує відсутності необхідної кваліфікації. Пропозиції, що пройшли перевірку, порівнюються за нормованими показниками, причому вища оцінка відповідності компетенцій є бажаною, а зростання решти показників – небажаним. Для допустимої пари «завдання – ресурс» використовується оцінка втрат:

$$J(i, j, t) = \alpha_1(l - q(i, j)) + \alpha_2c(i, j, t) + \alpha_3u(j, t) + \alpha_4f(j, t) + \alpha_5r(i, j, t).$$

Тут i та j позначають завдання і ресурс, t – момент планування; q характеризує відповідність компетенцій; c – вартість; u – завантаження після призначення; f – прогнозу накопичену втому; r – ризик невиконання. Усі показники належать відрізку від нуля до одиниці. Ваги α є невід'ємними, їхня сума дорівнює одиниці. Межі нормування фіксуються до раунду переговорів і однаково застосовуються до всіх кандидатів, щоб склад пропозицій не змінював шкалу порівняння.

Накопичена втома розглядається як планувальна оцінка тривалого інтенсивного навантаження з урахуванням періодів відновлення. Вона не є медичним висновком щодо працівника. За відсутності достовірних даних використовуються консервативна оцінка та погодження з менеджером. Щоб не враховувати один наслідок двічі, ризик відокремлюється від уже оцінених чинників завантаження й втоми або ваги відповідних критеріїв спільно калібруються на історичних епізодах.

Індивідуально вигідні пропозиції ще не утворюють допустимого плану: кілька агентів можуть одночасно претендувати на той самий ресурс. Тому координатор перевіряє комбінації призначень на спільному календарі. У разі конфлікту він повертає його учасникам конкретне обмеження, а не загальну

вимогу поліпшити рішення. Агенти пропонують інші часові вікна, резервного виконавця або погоджену передачу частини роботи. Вартість передачі та час ознайомлення включаються до оновленого прогнозу.

У наступних раундах зберігаються кілька допустимих комбінацій, а не лише поточний найдешевший варіант. Погіршення окремої локальної оцінки допускається, якщо воно знімає спільний конфлікт і зменшує очікувані втрати проекту. Не змінюються вимоги безпеки, директивні межі та вже виконана частина плану. Після кожної уступки повторюються перевірки компетенцій, календарів і ризику. Відповідь агента з високою впевненістю не скасовує виявленого порушення.

Переговори завершуються погодженням здійсненої комбінації, вичерпанням ліміту раундів або появою нової критичної події. Проміжне резервування ресурсу має строк дії та не вважається остаточним призначенням. Перед застосуванням перевіряється актуальність версії плану; всі пов'язані зміни підтверджуються разом. За розбіжності версій виконується повторна перевірка. Якщо альтернатив немає, область пошуку розширюється лише за дозволенням рівнем перепланування, інакше рішення передається менеджеру.

Результати та обговорення. Логіку порівняння розглянуто на розрахунковому прикладі заміни недоступного виконавця. Три кандидати задовольняють обов'язкові вимоги та мають узгоджені часові вікна. Ваги компетенцій, вартості, завантаження, втоми й ризику становлять відповідно 0,30; 0,15; 0,20; 0,15 і 0,20. Умовні нормовані показники та обчислені втрати наведено в табл. 1. Це ілюстрація процедури, а не результати випробування на корпоративних проєктах.

Таблиця 1

Порівняння допустимих кандидатів для перепризначення

Показник	Кандидат А	Кандидат Б	Кандидат В
Відповідність компетенцій q	0,95	0,85	0,90
Вартість c	0,30	0,40	0,35
Завантаження u	0,90	0,55	0,65
Накопичена втома f	0,80	0,30	0,40
Ризик r	0,45	0,20	0,25
Зважені втрати J	0,4500	0,3000	0,3225
Пріоритет за оцінкою	3	1	2

Попри найкращу відповідність компетенцій і нижчу вартість, кандидат А має найбільші сукупні втрати через завантаження, втому та ризик. За заданих ваг перевагу отримує кандидат Б. Проте його призначення застосовується лише після перевірки всієї зміненої комбінації робіт. Якщо виявлено конфлікт із критичним завданням, координатор перевіряє кандидата В або запитує зміну часового вікна. Отже, рейтинг кандидатів не підмінює узгодження плану.

Чутливість рішення до пріоритетів можна простежити без зміни вихідних даних. Якщо вага компетенцій зростає до 0,60, а ваги вартості, завантаження, втоми й ризику становлять по 0,10, втрати кандидатів А, Б і В дорівнюють відповідно 0,275; 0,235 і 0,225. Перевага переходить до кандидата В. Зміна ваг має відповідати погодженій політиці проєкту, а не використовуватися для виправдання заздальгідь обраного виконавця.

Самостійний результат запропонованого підходу полягає в поєднанні локальних оцінок із повторною перевіркою спільної здійсненності після кожного раунду. Протокол розмежовує пропозицію, резервування й остаточне підтвердження, тому той самий часовий ресурс не повинен бути незалежно обіцяний кільком завданням. Ведення журналу причин відмов і поступок робить перепризначення відтворюваним та дає матеріал для подальшого уточнення порогів і ваг.

Для емпіричної перевірки доцільне порівняння з вибором найдешевшого допустимого кандидата, призначенням за максимальною відповідністю компетенцій і централізованим пошуком за тими самими критеріями. Події, календарі та обмеження мають бути однаковими. Оцінювати слід частку здійснених рішень, затримку робіт, вартість змін, кількість раундів і час обчислень. Порівняння без критерію втоми та без повторної календарної перевірки дозволить окремо дослідити їхній внесок.

Обмеження пов'язані з точністю оцінок продуктивності, повнотою календарів і можливим зростанням кількості повідомлень. Втома та ризик потребують перевірки на даних конкретної організації. Скінченний ліміт раундів забезпечує завершення процедури, але не гарантує глобально оптимального плану. За суперечливих прогнозів, недостатньої інформації або виходу за директивні межі остаточне рішення залишається за менеджером.

Висновки. Запропоновано підхід до переговорного перепризначення завдань і ресурсів ІТ-проєкту спеціалізованими ІІІ-агентами. Він поєднує подієвий запуск, відбір допустимих кандидатів, багатокритеріальне оцінювання й узгодження спільних ресурсних зобов'язань. Розрахунковий приклад показав, чому найбільш кваліфікований або найдешевший кандидат не обов'язково є найкращим за сукупністю критеріїв. Повторна перевірка після уступок і контрольоване підтвердження змін забезпечують методичну основу для подальшої експериментальної перевірки.

Список літератури

1. Herroelen W., Leus R. Project scheduling under uncertainty: Survey and research potentials. *European Journal of Operational Research*. 2005. Vol. 165, No. 2. P. 289–306. DOI: 10.1016/j.ejor.2004.04.002.
2. Smith R. G. The Contract Net Protocol: High-Level Communication and Control in a Distributed Problem Solver. *IEEE Transactions on Computers*. 1980. Vol. C-29, No. 12. P. 1104–1113. DOI: 10.1109/TC.1980.1675516.

3. Snauwaert J., Vanhoucke M. A solution framework for multi-skilled project scheduling problems with hierarchical skills. *Journal of Scheduling*. 2025. Vol. 28. P. 289–310. DOI: 10.1007/s10951-025-00836-1.

МЕТОД ПЕРЕГОВОРНОГО РОЗПОДІЛУ ЗАВДАНЬ І РЕСУРСІВ ІТ-ПРОЄКТУ З УРАХУВАННЯМ КОМПЕТЕНТНОСТІ, НАВАНТАЖЕННЯ ТА ВТОМИ ВИКОНАВЦІВ

Горалік Олексій Євгенович,
аспірант

Національний університет «Одеська політехніка»

Вступ. Розподіл завдань ІТ-проєкту потребує узгодження компетенцій виконавців, доступного робочого часу та залежностей між роботами. Найвища кваліфікація не завжди означає найкраще призначення: залучення перевантаженого фахівця може збільшити затримку й ризик помилки. Незалежний вибір виконавця для кожного завдання також не гарантує здійсненності загального плану, якщо кілька призначень використовують той самий обмежений ресурс.

Протокол Contract Net формалізує оголошення завдань, подання заявок і вибір учасників через переговори [1]. Для ІТ-проєкту цю схему необхідно доповнити спільною перевіркою заявок і наслідків накопичення навантаження. Календарні та ресурсні обмеження є базовими складовими задач проєктного планування [2]. Втома характеризує окремий стан виконавця й не зводиться до кількості вже призначених годин: дослідження розрізняють фізичну, розумову та емоційну втоми [3]. Тому її врахування потребує обережної інтерпретації, а не автоматичного ототожнення з продуктивністю.

Мета роботи. Розробити метод переговорного розподілу завдань і ресурсів ІТ-проєкту, який поєднує відповідність компетенцій із прогнозованими навантаженням, втомою, вартістю та ризиком призначення. Метод має забезпечувати сумісність заявок у загальному плані й збереження чинних домовленостей, які не потребують перегляду.

Основна частина роботи. Переговори ведуть спеціалізовані ІІІ-агенти, що представляють завдання, ресурси та інтереси виконавців. Людина є виконавцем проєктної роботи; агент формує й перевіряє пропозицію її призначення. Втома стосується людини, а не програмного агента. Вихідними даними є граф залежностей, вимоги до компетенцій, календарі доступності, чинні призначення, ставки вартості та оцінки ризику. Усі заявки належать одній версії стану проєкту.

Агент завдання формує лот із вимогами, часовим вікном, бюджетом і критеріями прийняття. Агенти ресурсів пропонують виконавця, строк, обсяг ресурсу та обґрунтування оцінок. Перед переговорами вилучаються пари, які не

відповідають мінімальній компетентності, повноваженням або обов'язковим вимогам. Корисність допустимої заявки визначається так:

$$U_{ij} = \alpha M_{ij} - \beta C_{ij} - \gamma L_{ij}^+ - \delta F_{ij}^+ - \eta R_{ij}.$$

де U_{ij} – корисність призначення завдання j виконавцю i ; M_{ij} – відповідність компетенцій; C_{ij} – вартість; L_{ij}^+ – навантаження після призначення; F_{ij}^+ – прогнозований індекс втоми; R_{ij} – ризик; $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \eta$ – невід'ємні коефіцієнти. Складові нормуються за спільними шкалами, а ваги фіксуються до порівняння заявок. Високий бал не компенсує порушення жорсткого обмеження.

Навантаження описує зайнятість у конкретному часовому вікні, тоді як індекс втоми враховує попередні періоди роботи й відновлення. Для імітаційного оцінювання можна використати обмежене рекурентне наближення:

$$F_i(t + \Delta t) = \text{clip}_{[0,1]} \{F_i(t) + a_i l_i(t) \Delta t - b_i [1 - l_i(t)] \Delta t\}.$$

де $F_i(t)$ – поточний індекс; $l_i(t)$ – нормована інтенсивність роботи в інтервалі; Δt – його тривалість; a_i, b_i – коефіцієнти накопичення та відновлення в обернених одиницях часу; $\text{clip}_{[0,1]}$ – обмеження значення інтервалом від нуля до одиниці. Формула є інженерним наближенням, а не фізіологічною моделлю чи діагностичним засобом. Параметри потребують калібрування; за відсутності даних застосовують консервативні сценарії й обмеження робочого часу.

Для пакета призначень прогноз перераховується за повним календарем, а не сумою ізольованих заявок. Це важливо, коли друге завдання змінює інтенсивність або усуває заплановану перерву. Тривалість робіт не скорочують пропорційно індексу втоми без окремої перевіреної залежності. Персональні дані використовують лише в погодженому обсязі; пояснення рішення має спиратися на доступні проєктні показники.

Позначимо бінарну ознаку призначення через x_{ij} . Кожне обов'язкове завдання отримує одного відповідального виконавця, а спільні ресурси перевіряються за часовими інтервалами:

$$\sum_i x_{ij} = 1, \quad \sum_{i,j} x_{ij} r_{ijh\tau} \leq B_{h\tau}.$$

де $r_{ijh\tau}$ – потреба призначення в ресурсі h протягом інтервалу τ ; $B_{h\tau}$ – доступна місткість. Індивідуальний робочий час також розглядається як обмежений ресурс. Додатково перевіряються послідовність робіт, бюджет і гранична прогнозована втома. За дефіциту допустимих призначень система пропонує зміну строку, інший ресурс або погодження керівником, але не приховує дефіцит повторним нормуванням оцінок.

Координатор порівнює сумісні пакети заявок, а не обирає переможця кожного лота незалежно:

$$X^* = \arg \max_{X \in \Omega(t)} \left[\sum_{i,j} x_{ij} U_{ij}(X) - \lambda_D D(X, X^-) \right].$$

де X^* – обраний розподіл; $\Omega(t)$ – множина допустимих планів; $U_{ij}(X)$ – корисність з урахуванням спільного календаря; $D(X, X^-)$ – витрати зміни чинного розподілу X^- ; λ_D – коефіцієнт штрафу. Вартість переходу охоплює передавання контексту та повторну підготовку. Уже розпочаті роботи захищаються від перепризначення, доки не порушують умов допустимості.

Переговорний раунд починається з оголошення лотів і збору допустимих заявок. Координатор повідомляє причини несумісності, після чого агенти уточнюють строки, виконавців або ресурсні пакети. Дефіцитний ресурс може отримувати підвищену внутрішню ціну, яка спонукає запропонувати альтернативу. Оновлення ціни не збільшує фізичну місткість і не скасовує перевірок. Раунди завершуються за узгодженого допустимого пакета або вичерпання бюджету часу.

Попередньо погоджений пакет проходить резервування ресурсів і підтвердження учасників. Виконання дозволяється лише для спільної версії контрактів. Якщо один із критичних учасників відмовляє, підготовлені резерви звільняються, а невиконаний пакет не запускається частково. Повторні переговори охоплюють порушене призначення та пов'язані роботи; решта домовленостей зберігається після перевірки сумісності. Журнал містить версію стану, заявки, причини відхилення й остаточне призначення.

Результати та обговорення. Розглянемо розрахунковий приклад із двома обов'язковими завданнями та двома компетентними виконавцями А і Б. Протягом контрольного вікна кожний має шість вільних годин. Виконавець А потребує по чотири години на завдання, Б – по п'ять. Задані для прикладу корисності першого й другого завдань становлять для А відповідно 0,83 і 0,78, для Б – 0,66 і 0,74. Ці бали вже враховують вартість, навантаження, прогноз втоми та ризик. Витрати зміни початкового плану прийнято нульовими.

Таблиця 1

Порівняння пакетів призначень у розрахунковому прикладі

Завдання 1 / 2	А, год	Б, год	Сума балів	Допустимість
А / А	8	0	1,61	ні
А / Б	4	5	1,57	так
Б / А	4	5	1,44	так
Б / Б	0	10	1,40	ні

Незалежний вибір найвищої заявки призначає обидва завдання виконавцю А й перевищує його доступність на дві години. Спільний вибір відхиляє цей пакет незалежно від його суми балів. Серед допустимих варіантів перевагу має призначення першого завдання А, другого – Б. Наведені дані демонструють роботу правила, а не є результатом експериментального вимірювання продуктивності команди.

Якщо прогноз втоми А перевищує встановлену межу навіть для одного завдання, обидва раніше допустимі пакети з його участю вилучаються. Оскільки Б не може виконати обидві роботи в заданому вікні, система повинна зафіксувати відсутність допустимого плану. Правильним результатом тоді є перегляд строків або залучення додаткового ресурсу, а не примусове призначення. Це розмежовує пошук вигідної домовленості та підтвердження її виконуваності.

Для перевірки методу доцільно порівняти незалежне жадібне призначення, переговори без індексу втоми та повний підхід на однакових послідовностях подій. Показниками є порушення ресурсної місткості, затримка узгодження, простій, нерівномірність навантаження й частота повторних переговорів. Вплив індексу втоми слід оцінювати окремо від ефекту спільної перевірки ресурсів. Потрібний також аналіз чутливості до коефіцієнтів відновлення й помилок у прогнозах тривалості робіт.

Висновки. Запропоновано метод переговорного розподілу завдань і ресурсів ІТ-проєкту, який ураховує компетентність, вартість, навантаження, втому та ризик призначень. Метод поєднує локальне формування заявок зі спільною перевіркою допустимості й підтвердженням пакетних домовленостей. Розрахунковий приклад показує, чому найкращі окремі заявки можуть утворити невиконуваний план. Подальша робота передбачає калібрування індексу втоми та імітаційну перевірку за ресурсного дефіциту й змін доступності виконавців.

Список літератури

1. Smith R. G. The Contract Net Protocol: High-Level Communication and Control in a Distributed Problem Solver. IEEE Transactions on Computers. 1980. Vol. C-29, No. 12. P. 1104–1113. DOI: 10.1109/TC.1980.1675516.
2. Hartmann S., Briskorn D. An updated survey of variants and extensions of the resource-constrained project scheduling problem. European Journal of Operational Research. 2022. Vol. 297, No. 1. P. 1–14. DOI: 10.1016/j.ejor.2021.05.004.
3. Frone M. R., Tidwell M.-C. O. The meaning and measurement of work fatigue: Development and evaluation of the Three-Dimensional Work Fatigue Inventory (3D-WFI). Journal of Occupational Health Psychology. 2015. Vol. 20, No. 3. P. 273–288. DOI: 10.1037/a0038700.

СЦЕНАРНІ ЙМОВІРНІСНІ ГАРАНТІЇ ДЛЯ MPC З РЕЛАКСОВАНИМИ ОБМЕЖЕННЯМИ НА СКІНЧЕННОМУ ГОРИЗОНТІ

Крест'янінов І. О.,

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

Катков Ю. І.,

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

1. Вступ

1.1. Актуальність, мета та наукова проблема. У мультиагентних системах керування будівлями та мікромережами підсистеми опалення, охолодження, генерації й заряджання електромобілів спільно використовують обмежені ресурси та працюють під впливом невизначених чинників: зовнішньої температури, сонячної радіації, присутності мешканців, споживання. Модельно-прогнозне керування (MPC-Model Predictive Control) природно враховує обмеження на ковзному горизонті [2, 3], а потенціальна структура гри дозволяє узгоджувати інтереси агентів одним зваженим критерієм [3, 4]. У попередніх роботах [5, 6] досліджено умови існування такого контуру та експоненційну стійкість детермінованого контуру Парето–Неша–MPC за змінних у часі ваг критеріїв. Детермінована модель, однак, не відповідає на практичне питання: з якою ймовірністю обмеження на комфорт буде порушено, якщо на систему діють випадкові збурення?

Мета дослідження - одержати розподіл-вільні ймовірнісні гарантії порушення релаксованих обмежень для сценарного MPC з потенціальним критерієм на скінченному горизонті, як в одному оптимізаційному розв'язку, так і в замкненому контурі на скінченному відрізку часу.

Наукова проблема полягає в тому, що класичні сценарні результати стосуються однократної оптимізації, а в MPC її повторюють на кожному кроці зі станом, який залежить від попередніх випадкових величин. Потрібно сформулювати умови, за яких оцінку ризику однієї оптимізації коректне переносять на замкнений контур, і показати, що саме вона гарантує, а що ні.

1.2. Аналіз останніх досліджень і наукова прогалина

Сценарна оптимізація. Сценарний підхід замінює невідомий закон збурень вибіркою та дає розподіл-вільні оцінки: для випадкових опуклих програм ймовірність порушення розв'язком обмежень для нового сценарію оцінюють через біноміальну суму, що залежить від розмірності вектору рішень [7, 8, 9].

Стохастичне MPC. Огляд [9] систематизує підходи до MPC з ймовірнісними обмеженнями. Сценарне MPC із межами на порушення обмежень у замкненому контурі запропоновано в [10]. Для релаксації обмежень у MPC застосовують м'які обмеження з точними штрафними функціями [11, 12].

Потенціальні ігри та розподілене MPC. Зважена сума індивідуальних витрат як точний потенціал узгоджує агентів у кооперативному MPC [13–14], але ці роботи розглядають детерміновану динаміку.

Наукова прогалина. У розглянутих роботах не виявлено результату, який одночасно: (а) розглядає сценарне MPC зі спільною змінною релаксації та потенціальним критерієм кількох агентів; (б) чітко відокремлює гарантію для релаксованих обмежень від гарантії для первісних; (в) подає умови, за яких оцінку для однієї оптимізації коректно переносяться на скінченний відрізок замкненого контуру. Це визначає внесок роботи.

2. Постановка задачі

2.1. Модель і сценарна програма

2.1.1 Динаміка системи та прогнозування. Розглядається дискретна лінійна система зі збуреннями

$$x_{t+1} = Ax_t + Bu_t + E\xi_t \quad (1)$$

де $x_t \in \mathbb{R}^n$ - вектор стану системи; $u_t = (u_{t,1}, \dots, u_{t,N})$ - сукупність керувань N агентів, ξ_t - адитивне збурення. A, B, E - матриці відповідних розмірностей.

2.1.2 Прогноз на горизонті $H \geq 2$. Для поточного стану x існує послідовності керувань $U = (u_0, \dots, u_{H-1}) \in \mathbb{R}^{nH}$ та повної шумової траєкторії збурення $\xi = (\xi_0, \dots, \xi_{H-1})$ прогнози рівняння мають вигляд:

$$x_0 = 0, \quad x_{i+1} = Ax_i + Bu_i + E\xi_i, \quad i = 0, \dots, H-1 \quad (2)$$

При фіксованих x і ξ стан $x_i(U, \xi)$ афінно залежить від U .

2.1.3. Критерій якості та потенціал.

Індивідуальні критерії: Для кожного k – критерієм є квадратичний функціонал $J_k(x, U)$, який обчислюється на номінальному прогнозі (за відсутності збурень, тобто $\xi = 0$). **Множина ваг:** Вагові коефіцієнти $w \in W$. При цьому $W = \{w: \sum_k w_k, w_k \geq w_{min} > 0\}$ має потенціал системи. **Потенціал системи:** Задається зваженою сумою індивідуальних критеріїв: $\Psi_k(U; x) = \sum_k w_k J_k(x, U)$

2.1.4. Сценарна оптимізаційна програма (Scenario Optimization Approach).

Постановка задачі сценарного програмування: Завдання полягає у мінімізації цільової функції

$$\min_{U,s} \Psi_w(U; x) + \rho s \text{ за умов } U \in \mathcal{U}_H, \quad s \geq 0 \quad (3)$$

де $\mathcal{U}_H$ - спільна детермінована множина керувань із жорсткими фізичними обмеженнями (межі потужності, спільні ресурсні обмеження), а s - спільна змінна релаксації для всіх сценаріїв.

За умов виконання обмежень для всіх S згенерованих сценаріїв траєкторій $r = 1, \dots, S$ кожен сценарій траєкторій r - це одна траєкторія на весь горизонт, тому кожне сценарне обмеження охоплює всі кроки прогнозу одночасно. Обмеження на стани x_i системи визначає матриця G_x :

$$G_x x_i(U, \xi^{(r)}) \leq h + s * 1, \quad i = 0, \dots, H - 1; \quad r = 1, \dots, S \quad (4)$$

Обмеження для кінцевого стану системи матриця G_f :

$$G_f x_H(U, \xi^{(r)}) \leq h_f + s * 1, \quad r = 1, \dots, S \quad (5)$$

де: $U = (u_0, u_1, \dots, u_{H-1})$: послідовність керувань на горизонті H ; $\xi^{(r)}$: r -й сценарій (повна траєкторія збурень на всі кроки $i = 0, \dots, H - 1$; $x_i(U, \xi^{(r)})$: стан системи на кроці i за керування U та реалізації збурень $\xi^{(r)}$; h, h_f - межі діапазонів комфорту (проміжних та кінцевого); $s \geq 0$: змінна релаксації (soft constraints), яка гарантує допустимість задачі при суворих збуреннях; $\rho \geq 0$: штрафний коефіцієнт за порушення м'яких обмежень.

Керування в замкненому контурі. Розв'язкою сценарної програми є оптимальний набір керування в замкненому контурі: $z^* = (U^*, s^*)$. Стратегія керування в замкненому контурі (МРС-підхід) реалізується через вибір першого елемента оптимальної послідовності керувань.

2.2. Для фіксованих (x, w) припущення таке.

C1 (Обмеження). Множина $\mathcal{U}_H$ непорожня, компактна й опукла та не залежить від збурення ξ .

C2 (Строго опуклість). Функція $\Psi_w(U; x)$ неперервна та строго опукла за U .

Припускаємо, що Ψ_w неперервна та строго опукла за (U) на $\mathcal{U}_H$. Для квадратичної цілі достатньою умовою є $\nabla_U^2 \Psi_w > 0$ на афінній оболонці допустимої множини; якщо є рівності, позитивну визначеність перевіряють на відповідному підпросторі. Звідси достатня умова: $\nabla_U^2 \Psi_w(U; x) \geq \text{diag}(R_w) > 0$.

C3 (i.i.d. вибірка). Сценарії збурень $\xi^{(1)}, \xi^{(2)}, \dots, \xi^{(S)} \sim \mathcal{P}$ незалежні й однаково розподілені (Independent and Identically Distributed – i.i.d) за єдиним законом розподілу $\mathcal{P}$ повної траєкторії збурень.

C4 (Вимірність). Відображення «вибірка $\rightarrow$ розв'язок» вимірне, тобто $(\xi^{(1)}, \xi^{(2)}, \dots, \xi^{(S)}) \rightarrow (U^*, s^*)$ – є вимірним.

C5 (Для замкненого контуру). Виглядає наступним чином. На кожному кроці t :

$$(\xi_t^{(1)}, \xi_t^{(2)}, \dots, \xi_t^{(S)}) \perp \mathcal{H}_t \quad (6)$$

$$\mathbb{P}\left(\xi_t, \dots, \xi_{t+H-1} | \mathcal{H}_t \left\{ \xi_t^{(S)} \right\}_{r=1}^S\right) = \mathcal{P} \quad (7)$$

де: $(\xi_t^{(1)}, \xi_t^{(2)}, \dots, \xi_t^{(S)})$ - це щойно згенерована на кроці t вибірка сценаріїв збурень для всіх S траєкторій; $\mathcal{H}_t$ - це історія системи до моменту часу (T) .

3. Результати

3.1. Коректність сценарної програми

Лема 1 (існування та єдиність). Нехай виконуються припущення: **C1** і **C2**. Тоді для довільної вибірки з $S \geq 1$ траєкторій сценарна оптимізаційна програма по формулі (3) допустима, має розв'язок, і цей розв'язок єдиний. Нехай $\mathcal{U}_H$ непорожня й компактна, Ψ_w неперервна та строго опукла, $(\rho > 0)$, а для кожного фіксованого (U) всі сценарні нев'язки скінченні та обмеження мають вигляд $g_j(U, \xi^{(r)}) \leq s$, $(s \geq 0)$. Тоді сценарна задача допустима, оптимум досягається, а (U^*) є єдиним:

$$s^* = \max \left\{ 0, \max_{r,i,j} (G_x, x_i(U^*, \xi^{(r)})_j - h), \max_{r,j} (G_f, x_H(U^*, \xi^{(r)}) - h_f)_j \right\} \quad (8)$$

де: s^* - мінімальна допустима релаксація для оптимального U^* .

Доведення.

Допустимість. Множина $\mathcal{U}_H$ непорожня відповідно до **C1**. Для будь-якого $U \in \mathcal{U}_H$ усі величини $(G_x, x_i(U^*, \xi^{(r)}) - h)$ та $(G_f, x_H(U^*, \xi^{(r)}) - h_f)$ скінченні. Саме тому релаксація робить програму допустимою за будь-якої вибірки.

Існування. Нехай (U_0, s_0) - допустима пара, а цільове значення: $c = \Psi_w(U_0; x) + \rho s_0$. Завдяки тому, що множина керувань $\mathcal{U}_H$ є компактною, а цільова функція неперервна (за припущеннями **C1** та **C2**), виконується класична теорема Вейерштрасса. З умови $\Psi_w + \rho s_0 \leq c$ випливає $0 \leq s \leq (c - m)/\rho$.

Єдиність. Нехай (U_1, s_1) і (U_2, s_2) - два оптимуми з однаковим значенням цілі, $U_1 \neq U_2$. Усі обмеження опуклі за (U, s) , тому середня точка $(\bar{U}, \bar{s})$ допустима.

3.2. Імовірнісна гарантія на скінченному горизонті

Введемо ризик порушення релаксованих обмежень для нової, незалежної від вибірки шумової траєкторії ξ :

$$V_{rel}(z^*; x, w) = \mathbb{P}_\xi [\exists i \in \{1, \dots, H-1\}: G_x x_i(U, \xi^{(r)}) > h + s^* * l, (G_f, x_H(U^*, \xi^{(r)}) > h_f + s^* * l)] \quad (9)$$

Для $\varepsilon \in (0, 1)$ і натурального d позначимо

$$\beta(S, d, \varepsilon) = \sum_{i=0}^{d-1} \binom{S}{i} \varepsilon^i (1 - \varepsilon)^{S-i}, \quad (10)$$

де $\binom{S}{i} = C(S, i) = 0$ при $i > S$. Величина формули (10) є ймовірністю того, що біноміальна випадкова величина з параметрами (S, ε) не перевищує $d - 1$.

Теорема 1 (Ймовірнісна гарантія на скінченному горизонті). Нехай виконуються С1–С4, а $\bar{d} \geq m \cdot H + 2$ - задана консервативна розмірність. Тоді для кожних фіксованих (x, w) і $\varepsilon \in (0, 1)$.

$$\mathbb{P}^S[V_{rel}(z_S^*; x, w) > \varepsilon] \leq \beta(S, \bar{d}, \varepsilon) \quad (11)$$

Отже з довірою щонайменше $1 - \beta(S, \bar{d}, \varepsilon)$ розв'язок має ризик порушення релаксованих обмежень на повному горизонті не більший за ε .

Доведення.

Крок 1: приведення до стандартної форми. Замінімо опуклу ціль епіграфною змінною τ . Розглянемо задачу $\min \tau$ за умов $(U, s, \tau) \in Z$, де детермінована замкнена опукла множина за умови припущення (С1, С2) рівна:

$$Z = \{(U, s, \tau): U \geq \mathcal{U}_H, s \geq 0, \Psi_w(U; x) + \rho s \leq \tau\}, \quad (12)$$

Сценарні обмеження $z \in Z_{\xi(r)}$ мають вигляд:

$$Z_{\xi} = \{(U, s, \tau): G_x x_i(U, \xi) \leq h + s * 1, \quad i = 1, \dots, H - 1; G_f x_H(U, \xi) \leq h_f + s * 1\} \quad (13)$$

Для кожного ξ множина Z_{ξ} замкнена й опукла за (U, s, τ) , бо $x_i(U, \xi)$ афінно залежить від U . Це опукла програма з лінійною ціллю і вектором рішень розмірності $mH + 2$.

Крок 2: умови теореми. За **лемою 1** програма має єдиний розв'язок для кожної вибірки, а його проекція на (U, s) збігається з розв'язком сценарної оптимізаційної програми формула (3). У сценарній теоремі оптимізаційною змінною є (U, s) , а епіграфна змінна τ вводиться лише для подання опуклої цілі; у будь-якому оптимумі $\tau^* = \Psi_w(U^*) + \rho s^*$. Вимірність відображення «вибірка $\rightarrow$ розв'язок» вважається виконаною за припущенням С4. Сценарії незалежні й однаково розподілені за припущенням С3.

Крок 3: застосування. Подія порушення сценарного обмеження для нової траєкторії ξ збігається з подією під ймовірністю в формулі (4), бо всі кроки $i = 1, \dots, H$ належать одному сценарному обмеженню.

Крок 4: консервативна розмірність. Оскільки $\beta(S, d, \varepsilon)$ не спадає за d (сума має більше доданків), межа лишається чинною для будь-якого $\bar{d} \geq mH + 2$.

3.3. Вибір кількості сценаріїв

Для заданих ε , довірчої помилки β_0 і розмірності $\bar{d}$ береться найменше ціле S , для якого $\beta(S, \bar{d}, \varepsilon) \leq \beta_0$. Нерівність розв'язують чисельно, бо наближені формули, наприклад достатня оцінка вигляду $S \geq (2/\varepsilon)(\ln(1/\beta_0) + \bar{d})$ [1], дають істотно більші значення.

3.4. Замкнений контур на скінченному відрізку

Теорема 1 стосується однієї оптимізації. Для MPC потрібне правило повторного застосування. На кроці t за спостереженого стану X_t і ваг w_t генерується нова вибірка з S повних траєкторій, розв'язується сценарної оптимізаційної програмою формула (3), застосовується $u_t = u_{0,t}^*$, і система переходить у стан $x_{t+1} = Ax_t + Bu_t + E\xi_t$ з реальним збуренням ξ_t . Позначимо $\mathcal{F}_t$ історію до моменту t (стани, ваги, попередні вибірки й збурення) і введемо подію порушення релаксованого обмеження першого кроку:

$$E_t = \{G_x x_{t+1} > h + s^* * 1\} \quad (14)$$

Теорема 2 (умовне твердження для скінченного відрізка). Умови: Нехай на кожному кроці t виконуються припущення C1–C5, а S і $\bar{d}$ такі, що $\beta(S, \bar{d}, \varepsilon) \leq \beta_0$. Тоді висновки для кожного t наступні:

(а) Оцінка ймовірності несертифікованого ризику, тобто умовна ймовірність того, що нова вибірка не сертифікує ризик ε , не перевищує β_0 :

$$\mathbb{P}[V_{rel}(z_t^*; X_t, w_t) > \varepsilon | \mathcal{F}_t] \leq \beta_0 \quad (15)$$

(б) Оцінка ймовірності події E_t :

$$\mathbb{P}[V_{rel}(z_t^*; X_t, w_t) > \varepsilon | \mathcal{F}_t] \leq \beta_0 \quad (16)$$

(в) Верхня межа для відрізка з T кроків визначається нерівністю Буля:

$$\mathbb{P}\left[\bigcup_{t=0}^{T-1} E_t\right] \leq \min\{1, T(\varepsilon + \beta_0)\} \quad (17)$$

Доведення. Зафіксуємо $\mathcal{F}_t$. Тоді X_t і w_t відомі, а нова вибірка за припущенням C5 незалежна від $\mathcal{F}_t$. Застосувавши теорему 1 умовно, одержуємо оцінку ймовірності несертифікованого ризику в п.(а) Теорема 2. Позначимо реальну майбутню траєкторію як: $\bar{\xi}_t = \xi_t, \dots, \xi_{t+H-1}$. За припущенням C5 умовно на $\mathcal{F}_t$ і вибірку вона має закон $\mathcal{P}$, а стан на наступному кроці: $x_{t+1} = x_1(U_t^*, \bar{\xi}_t)$. Тому E_t міститься в події порушення з формули (7), і умовна ймовірність події E_t за фіксованої вибірки: $\mathbb{P}[E_t | \mathcal{F}_t \text{ вибірка}] \leq V_{rel}(z_t^*; X_t, w_t)$. Нехай позначимо ймовірності порушення рівня ризику, як: $p = \mathbb{P}[V_{rel} > \varepsilon | \mathcal{F}_t] \leq \beta_0$. Вивід математичного сподівання ризику (використовується обмеження) $V_{rel} \leq 1$, маємо: $\mathbb{E}[V_{rel} | \mathcal{F}_t] \leq \varepsilon(1 - p) + p = \varepsilon + p(1 - \varepsilon) \leq \varepsilon + \beta_0(1 - \varepsilon)$ що дає п.(б) Теорема 2. Нерівність Буля для T подій із межею (б) дає (в) з Теорема 2; якщо права частина перевищує 1, береться тривіальна межа. Застосування нерівності Буля для T подій (формула (18) – це розгорнута форма формули (17)):

$$\mathbb{P} \left[\bigcup_{t=0}^{T-1} E_t \right] \leq \sum_{t=0}^{T-1} \mathbb{P}[E_t] \leq T(\varepsilon + \beta_0) \quad (18)$$

Зауваження 1 (повторне використання вибірки). Нова вибірка на кожному кроці — суттєва умова. Якщо ту саму вибірку використати на кроці $t + 1$, стан X_{t+1} залежить від неї через u_t^* , а отже вибірка вже не незалежна від стану, у якому викликається теорема 1.

Зауваження 2 (перемикання ваг). Межі в теоремах 1 і 2 не залежать від (x, w) . Тому вони чинні для довільної послідовності ваг $w_t \in W$.

Зауваження 3 (вартість межі Буля). Нерівність Буля консервативна. Якщо потрібна ймовірність δ відсутності жодного порушення за T кроків. Менш жорстка інтерпретація сподівання очікуване число кроків із порушенням

$$\mathbb{E} \left[\bigcup_{t=0}^{T-1} 1_{E_t} \right] \leq T(\varepsilon + \beta_0) \quad (19)$$

де: 1_{E_t} — індикаторна функція події E_t (дорівнює 1, якщо подія E_t відбулася, і 0 ні відбувається).

Доведення формули. 1) Властивість математичного сподівання індикатора: За означенням, математичне сподівання індикатора події дорівнює ймовірності цієї події $\mathbb{E}[1_{E_t}] = \mathbb{P}[E_t]$. 2) Закон повного математичного сподівання: Умовну оцінку з пункту (б) Теорема 2: $\mathbb{P}[E_t | \mathcal{F}_t] \leq \varepsilon + \beta_0$. Перепишемо через умовне математичне сподівання: $\mathbb{E}[1_{E_t} | \mathcal{F}_t] \leq \varepsilon + \beta_0$. Беручи безумовне математичне сподівання від обох частин: $\mathbb{E}[1_{E_t}] = \mathbb{E}[\mathbb{E}[1_{E_t} | \mathcal{F}_t]] \leq \varepsilon + \beta_0$. Покажемо лінійність математичного сподівання: Підсумовуючи по всьому горизонту $t = 0, \dots, T-1$:

$$\mathbb{E} \left[\bigcup_{t=0}^{T-1} 1_{E_t} \right] = \sum_{t=0}^{T-1} \mathbb{E}[1_{E_t}] \leq \sum_{t=0}^{T-1} (\varepsilon + \beta_0) = T(\varepsilon + \beta_0) \quad (20)$$

Ця формула визначає очікувану (середню) кількість порушень E_t протягом T кроків, яка обмежена зверху величиною $T(\varepsilon + \beta_0)$.

3.5. Первісні обмеження без slack. (змінна релаксації, s). Теорема 1 і 2 стосуються релаксованих обмежень. Зв'язок із первісними обмеженнями дає

така проста, але строга обставина: якщо $s^* = 0$, то релаксована і первісна події порушення збігаються.

Наслідок 1. Нехай ймовірність первісного порушення $V_{orig}(z^*)$:

$$V_{orig}(z^*) = \mathbb{P}_\xi[\exists i: G_x x_i(U^*, \xi) > h, \text{ або } (G_f, x_H(U^*, \xi) > h_f)] \quad (21)$$

За умов теореми 1 оцінка ймовірності сумісної події:

$$\mathbb{P}^S[s^* = 0 \text{ and } V_{orig}(z^*) > \varepsilon] \leq \beta(S, \bar{d}, \varepsilon) \quad (22)$$

Доведення. На події $s^* = 0$ маємо $V_{orig} = V_{rel}$, тому $[s^* = 0 \text{ and } V_{orig}(z^*) > \varepsilon] \subseteq [V_{rel} > \varepsilon]$, і залишається застосувати формулу (11).

3.6. Зв'язок із потенціальною структурою Парето–Неша

Для вибірки і значення s^* позначимо спільну допустиму множину $\Omega(s^*)$: $\Omega(s^*) = \{U \in \mathcal{U}_H | (G_x, x_i(U^*, \xi^{(r)})) \leq h + s^* * 1, (G_f, x_H(U^*, \xi^{(r)})) < h_f + s^*) \forall i, r\}$ яка є опуклою компактною спільною допустимою множиною.

Твердження 1. (Потенціальна структура Парето–Неша). Нехай потенціал Ψ_w для даного $w \in W$ (де всі $w_k > 0$) - $\Psi_w = \sum_k w_k J_k$ є точним: для кожного агента k , усіх u_{-k} і двох допустимих u_k, u'_k виконується $J_k(u'_k, u_{-k}) - J_k(u_k, u_{-k}) = \Psi_w(u'_k, u_{-k}) - \Psi_w(u_k, u_{-k})$, і всі $w_k > 0$. Тоді для розв'язку (U^*, s^*) сценарна оптимізаційна програма формула (3) має: (а) U^* — глобальний мінімізатор Ψ_w на $\Omega(s^*)$; (б) U^* — узагальнена рівновага Неша гри на $\Omega(s^*)$: для кожного k і кожного u'_k з $(u'_k, u_{-k}^*) \in \Omega(s^*)$ виконується $J_k(U^*) \leq J_k(u'_k, u_{-k}^*)$; (в) U^* — Парето-ефективний на $\Omega(s^*)$ відносно $(J_1, \dots, J_N)$.

Доведення. (а) Якби існувало $U' \in \Omega(s^*)$ з $\Psi_w(U') < \Psi_w(U^*)$, то пара (U', s^*) була б допустимою для сценарної оптимізаційної програми формула (3) і мала б меншу ціль $\Psi_w + \rho s^*$, що суперечить оптимальності. (б) За (а) і точністю потенціалу $J_k(u'_k, u_{-k}^*) - J_k(U^*) = \Psi_w(u'_k, u_{-k}^*) - \Psi_w(U^*) \geq 0$. (в) Якби існував $U' \in \Omega(s^*)$ з $J_k(U') \leq J_k(U^*)$ для всіх k і строгою нерівністю хоча б для одного, то за $w_k > 0$ одержали б $\Psi_w(U') < \Psi_w(U^*)$, що суперечить (а).

Отже рівновага і Парето-ефективність стосуються гри на множині $\Omega(s^*)$, яка залежить від вибірки і від результату релаксації.

4. Обговорення

Отримані результати мають таку структуру: лема 1 забезпечує коректність програми, теорема 1 дає горизонтну гарантію ризику, теорема 2 переносить її на скінченний відрізок замкненого контуру за умови нової вибірки на кожному кроці, наслідок 1 пояснює, що саме відомо про первісні обмеження, а твердження 1 зберігає потенціальну інтерпретацію на релаксованій множині.

5. Висновки

У роботі досліджено ймовірнісні гарантії сценарного МРС з потенціальним критерієм Парето–Неша й релаксованими обмеженнями на скінченному горизонті. Показано, що завдяки спільній змінній релаксації сценарна програма

допустима для кожної вибірки й за строгої опуклості має єдиний розв'язок. Для замкненого контуру показано: якщо на кожному кроці генерується нова вибірка, незалежна від історії, то ймовірність порушення релаксованого обмеження на кроці не перевищує $\varepsilon + \beta_0$, а на відрізок з T кроків - $T(\varepsilon + \beta_0)$.

Декларація щодо використання III. Під час підготовки рукопису автори використовували інструменти на основі великих мовних моделей для пошуку й первинного аналізу джерел. Остаточний відбір, перевірку бібліографічних даних і наукові висновки здійснили автори, які несуть відповідальність за зміст.

Список літератури

1. Mayne D. Q., Rawlings J. B., Rao C. V., Scokaert P. O. (2000) M. Survey Constrained model predictive control: Stability and optimality/ Automatica. 2000. Vol. 36, № 6. P. 789–814. DOI: 10.1016/S0005-1098(99)00214-9 URL: [https://doi.org/10.1016/S0005-1098\(99\)00214-9](https://doi.org/10.1016/S0005-1098(99)00214-9)
2. Mayne D. Q. (2014) Model predictive control: Recent developments and future promise. Automatica. 2014. Vol. 50, № 12. P. 2967–2986. DOI: 10.1016/j.automatica.2014.10.128 URL: <https://doi.org/10.1016/j.automatica.2014.10.128>
3. Monderer D., Shapley L. S. Potential Games. (1996) Games and Economic Behavior. 1996. Vol. 14, № 1. P. 124–143. DOI: 10.1006/game.1996.0044 URL: <https://doi.org/10.1006/game.1996.0044>
4. Facchinei F., Kanzow C. (2007) Generalized Nash equilibrium problems. 4OR. 2007. Vol. 5, № 3. P. 173–210. DOI: 10.1007/s10288-007-0054-4 URL: <https://doi.org/10.1007/s10288-007-0054-4>
5. Крест'янінов І. О., Катков Ю. І. (2026) Модульний прогнозно-супервізорний метод розв'язання конфліктів конкуруючих дій у мультиагентній системі «Розумний будинок». URL: <https://isg-konf.com/paradigm-shift-in-academic-research-modern-tools-and-methodologies/>
6. Крест'янінов І. О., Катков Ю. І. (2026) Експоненційна стійкість детермінованого MPC-контур Парето–Неша за перемикання ваг критеріїв. URL: <https://isg-konf.com/vectors-of-scientific-progress-international-experience-and-strategic-priorities/>
7. Campi M. C., Garatti S. (2008) The Exact Feasibility of Randomized Solutions of Uncertain Convex Programs. SIAM Journal on Optimization. 2008. Vol. 19, № 3. P. 1211–1230. DOI: 10.1137/07069821X URL: <https://doi.org/10.1137/07069821X>
8. Calafiore G., Campi M. C. (2005) Uncertain convex programs: randomized solutions and confidence levels. Mathematical Programming. 2005. Vol. 102, № 1. P. 25–46. DOI: 10.1007/s10107-003-0499-y URL: <https://doi.org/10.1007/s10107-003-0499-y>
9. Calafiore G. C., Campi M. C. (2006) The Scenario Approach to Robust Control Design. IEEE Transactions on Automatic Control. 2006. Vol. 51, № 5. P. 742–753. DOI: 10.1109/TAC.2006.875041 URL: <https://doi.org/10.1109/TAC.2006.875041>
10. Mesbah A. (2016) Stochastic Model Predictive Control: An Overview and Perspectives for Future Research. IEEE Control Systems Magazine. 2016. Vol. 36, №

6. P. 30–44. DOI: 10.1109/MCS.2016.2602087 URL: <https://doi.org/10.1109/MCS.2016.2602087>
11. Schildbach G., Fagiano L., Frei C., Morari M. (2014) The scenario approach for Stochastic Model Predictive Control with bounds on closed-loop constraint violations. *Automatica*. 2014. Vol. 50, № 12. P. 3009–3018. URL: <https://doi.org/10.1016/j.automatica.2014.10.035>
12. Scokaert P. O. M., Rawlings J. B. (1999) Feasibility issues in linear model predictive control. *AIChE Journal*. 1999. Vol. 45, № 8. P. 1649–1659. DOI: 10.1002/aic.690450805 URL: <https://doi.org/10.1002/aic.690450805>
13. Kerrigan E. C., Maciejowski J. M. (2000) Soft Constraints and Exact Penalty Functions in Model Predictive Control. *Proc. UKACC International Conference (Control 2000)*. Cambridge, 2000. URL: <https://hdl.handle.net/10044/1/10241>
14. Venkat A. N., Rawlings J. B., Wright S. J. (2005) Stability and optimality of distributed model predictive control. *Proceedings of the 44th IEEE Conference on Decision and Control, and the European Control Conference (CDC-ECC '05)*. Seville, Spain, 2005. P. 6680–6685. URL: <https://doi.org/10.1109/CDC.2005.1583235>

ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ АВТОНОМНОСТІ КОЛЕКТИВНОГО РІШЕННЯ ШІ-АГЕНТІВ ЗА УЗГОДЖЕНІСТЮ ТА ВПЕВНЕНІСТЮ

Лінник Олексій Олександрович,
аспірант
Національний університет «Одеська політехніка»

Вступ. Колектив ШІ-агентів може запропонувати управлінську дію раніше, ніж керівник ІТ-проєкту перевірить усі її наслідки. Проте високий підсумковий бал альтернативи ще не визначає, чи дозволено виконувати її автоматично. Зміна пріоритету завдання, перерозподіл фахівців і перенесення контрольної дати мають різну оборотність та ціну помилки. Тому вибір дії потрібно відокремлювати від вибору режиму її виконання. У моделях взаємодії людини з автоматизацією рівень автоматизації розглядається як окреме проєктне рішення з урахуванням надійності й наслідків дії [1].

Для багатоагентного середовища недостатньо дозволяти автономність за більшістю голосів. Агенти можуть погодитися через використання одного помилкового джерела, спільної моделі або застарілої версії плану. Водночас змістовно обґрунтована розбіжність агента ризиків із планувальником може вказувати на потребу людського контролю. Потрібне правило, яке спільно враховує узгодженість і впевненість, але не дозволяє цим показникам компенсувати порушення обов'язкових умов.

Мета роботи. Розробити спосіб визначення рівня автономності колективного управлінського рішення ШІ-агентів за узгодженістю локальних оцінок і впевненістю в їхніх підставах. Спосіб має розмежовувати автоматичне виконання, виконання з повідомленням, явне погодження керівником і блокування недопустимої дії, зберігаючи простежуваність причин вибраного режиму.

Основна частина роботи. Входом є обрана допустима дія a , знімок контексту проєкту, локальні оцінки $u_i(a)$ і контекстні ваги w_i . Оцінки нормуються до інтервалу $[0,1]$, причому більше значення означає вищу корисність. Ваги невід'ємні та мають одиничну суму. До розрахунку залучаються агенти з належною компетентністю, чинними повноваженнями й актуальними даними. Відсутність обов'язкової ролі фіксується окремо та не приховується повторним нормуванням ваг.

Узгодженість характеризує близькість локальних оцінок саме щодо вибраної дії. Для зваженого середнього та нормованого показника узгодженості використовується запис:

$$\bar{u}(a) = \sum_i w_i u_i(a), \quad S(a) = 1 - 2 \sum_i w_i |u_i(a) - \bar{u}(a)|.$$

де $\bar{u}(a)$ – колективна оцінка корисності; $S(a)$ – узгодженість; i – індекс агента. За зазначених умов $S(a)$ належить $[0,1]$. Однакові оцінки дають одиничну узгодженість, але не доводять правильності дії. Формула є оціночним індикатором: несумісні дії, ресурсні претензії та критичні заперечення перевіряються додатково, навіть якщо середня розбіжність мала.

Упевненість відображає достатність доказів, а не силу підтримки альтернативи. Висока впевненість, заявлена прогнозною моделлю, може не відповідати фактичній частоті правильних результатів; тому потрібна перевірка калібрування [2]. У запропонованому способі аналізуються актуальність і повнота даних, якість прогнозування на завершених подібних епізодах та незалежність інформаційних підстав. Повторення одного джерела кількома агентами не вважається кількома незалежними підтвердженнями.

$$h^-(a) = \max\{0, \min\{d(a), p(a), v(a)\} - \varepsilon(a)\}.$$

де $h^-(a)$ – консервативний бал упевненості; $d(a)$ – якість даних; $p(a)$ – підтверджена ретроспективна точність; $v(a)$ – достатність незалежної перевірки; $\varepsilon(a)$ – штраф за невизначеність. Усі складові нормовані. Мінімум обмежує компенсацію критичного дефіциту іншими сильними складовими. Без статистично перевіреної процедури цей бал не трактується як імовірність успіху або формальна довірча межа.

До вибору режиму перевіряється індикатор $H(a)$. Він дорівнює одиниці, якщо дотримано ресурсні, календарні й нормативні обмеження, підтверджено версію контексту, забезпечено обов'язкове рольове покриття та не перевищено критичної межі ризику. Ознака $b(a) = 1$ указує, що дія додатково потребує обов'язкового погодження керівником незалежно від оцінок агентів. Ці умови задаються політикою проекту до поточного рішення.

$$B_\ell(a) = \mathbf{1}\{S(a) \geq s_\ell, h^-(a) \geq h_\ell, \rho^+(a) \leq r_\ell\}, \quad \ell \in \{2,3\}.$$

де $B_\ell(a)$ – допуск до рівня автономності ℓ ; s_ℓ, h_ℓ – мінімальні узгодженість і впевненість; r_ℓ – максимально допустимий ризик; $\rho^+(a)$ – верхня консервативна оцінка нормованих втрат. Для вищого рівня встановлюються суворіші умови: $s_3 \geq s_2, h_3 \geq h_2, r_3 \leq r_2$. Ризик характеризує наслідки, тому його не можна замінити балом упевненості.

$$m(a) = \begin{cases} 0, & H(a) = 0, \\ 3, & H(a) = 1, b(a) = 0, B_3(a) = 1, \\ 2, & H(a) = 1, b(a) = 0, B_2(a) = 1, B_3(a) = 0, \\ 1, & \text{в інших допустимих випадках.} \end{cases}$$

де $m(a)$ – режим: нуль означає блокування, одиниця – виконання лише після явного погодження, два – автоматичне виконання з повідомленням, три – автономне виконання з журналюванням. Погодження стосується конкретної версії дії та не скасовує жорстких обмежень. У режимі явного погодження мовчання керівника не є згодою. Повідомлення в режимі два не замінює дозволу:

межі таких дій попередньо затверджуються політикою. За недостатніх даних система запитує уточнення, а не підтвердження необґрунтованої дії.

Практична процедура починається з перевірки контексту й допустимості. Далі розраховуються узгодженість, упевненість і ризик; перевіряються пороги та формується пояснення режиму. Перед запуском повторно звіряються версія плану й доступність ресурсів. Зміна критичної умови анулює попередній дозвіл і запускає оцінювання знову. В журнал записуються дія, джерела, ваги, значення показників, версія політики та причина ескалації.

Для повторюваного контролю важливо запобігати частим підвищенням і зниженням режиму через незначні коливання. Підвищення автономності дозволяється після підтвердження показників із заданим запасом, а виявлене порушення негайно знижує режим. Утримання попереднього дозволу неприпустиме, якщо поточні обов'язкові умови вже не виконуються. Такий порядок підтримує належне, а не максимальне покладання на автоматизацію, що відповідає дослідженням довіри до автоматизованих систем [3].

Результати та обговорення. Логіку правила перевірено на п'яти умовних ситуаціях. Для автономності задано пороги узгодженості 0,90, упевненості 0,85 та ризику 0,20; для виконання з повідомленням – відповідно 0,80, 0,75 і 0,25. Критична межа ризику дорівнює 0,35. Порогові значення обрано для розрахункового прикладу, а не як універсальні нормативи. У ситуаціях таблиці 1 обов'язкове людське погодження не встановлено, решта жорстких умов виконана.

Таблиця 1

Вибір режиму за різних підстав колективного рішення

Ситуація	S	h^-	ρ^+	Режим
Достатні підстави	0,93	0,88	0,12	3 – автономно
Слабкі дані	0,95	0,52	0,10	1 – погодження
Розбіжні оцінки	0,62	0,86	0,18	1 – погодження
Помірні показники	0,82	0,79	0,16	2 – повідомлення
Критичний ризик	0,95	0,91	0,45	0 – блокування

Перша ситуація допускає автономність. У другій висока згода не компенсує слабких інформаційних підстав. Третя потребує узгодження позицій попри достатню впевненість. Четверта проходить лише менш суворі пороги, тому виконується з повідомленням. П'ята блокується через критичний ризик. Якщо для будь-якої допустимої дії встановити обов'язкове погодження, її режим не перевищуватиме одиниці незалежно від числових балів.

Самостійним результатом є розділення вибору альтернативи та дозволу на її виконання. Зменшення ваги критичного агента не усуває його змістового заперечення: відповідне обмеження перевіряється до порогового правила. Збільшення кількості агентів також не гарантує більшої впевненості, якщо їхні прогнози корельовані. Це обмежує формальне підвищення автономності за рахунок штучного консенсусу.

Емпірична перевірка має порівнювати правило лише за узгодженістю, лише за впевненістю та спільне правило на однакових управлінських епізодах.

Доцільні показники – частка автономних дій, небезпечне автономне виконання, необґрунтовані ескалації та затримка погодження. Збільшення частки автоматичних рішень не є поліпшенням, якщо одночасно зростає частота порушень. Пороги потрібно налаштовувати на навчальній частині журналу, а оцінювати на наступних у часі епізодах без перенесення майбутньої інформації.

Обмеження підходу пов'язані з якістю ретроспективних даних, оцінюванням залежності джерел та вибором порогів для різної ціни помилки. Розрахунковий приклад підтверджує послідовність правил, але не доводить їх ефективності в реальній організації. Для необоротних дій і випадків із браком досвіду доцільно зберігати явне погодження. Ретроспективне уточнення параметрів становить окремий етап і не змінює пояснення вже виконаних рішень.

Висновки. Запропоновано спосіб визначення рівня автономності колективного рішення ІІІ-агентів, який поєднує узгодженість локальних оцінок і консервативну впевненість у їхніх підставах. Жорсткі обмеження, критичний ризик та обов'язкове погодження мають пріоритет над високими балами. Розрахунковий приклад показує, чому згода агентів не є достатнім дозволом на автоматичне виконання. Подальша робота передбачає перевірку калібрування показників і порівняння режимів на послідовностях реальних або відтворюваних імітаційних епізодів.

Список літератури

1. Parasuraman R., Sheridan T. B., Wickens C. D. A model for types and levels of human interaction with automation. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics – Part A: Systems and Humans*. 2000. Vol. 30, No. 3. P. 286–297. DOI: 10.1109/3468.844354.
2. Guo C., Pleiss G., Sun Y., Weinberger K. Q. On calibration of modern neural networks. *Proceedings of Machine Learning Research*. 2017. Vol. 70. P. 1321–1330. URL: <https://proceedings.mlr.press/v70/guo17a.html>.
3. Lee J. D., See K. A. Trust in automation: Designing for appropriate reliance. *Human Factors*. 2004. Vol. 46, No. 1. P. 50–80. DOI: 10.1518/hfes.46.1.50_30392.

МЕТОД АДАПТИВНОГО ВИБОРУ ДІЙ ПІД ЧАС ОБРОБКИ ПЛАТІЖНОГО ЗОБОВ'ЯЗАННЯ НА ОСНОВІ ПРОГНОЗНОГО ОЦІНЮВАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ СТРАТЕГІЙ

Руденко Олександр Володимирович,
аспірант

Національний університет «Одеська політехніка»

Вступ. Цифрова сервісна платформа під час роботи з платіжним зобов'язанням повинна не лише прогнозувати його подальший розвиток, а й визначати, яку дію доцільно виконати в поточному стані. Одне й те саме зобов'язання може залишатися без зовнішнього втручання, отримати повторне звернення, перейти на інший канал комунікації або бути передане на наступний рівень внутрішньої обробки. Фіксований сценарій не враховує нові події, зміну часу відносно строку оплати та оновлення прогнозного профілю. Тому стратегія взаємодії має формуватися як послідовність умовних рішень, а не як наперед визначений клас.

Задачі послідовного прийняття рішень традиційно описують через стан, множину доступних дій та очікувані наслідки [1]. У практичних системах додатково виникає потреба працювати на рухомому горизонті: оцінювати майбутні кроки, але виконувати лише найближчу актуальну дію й повторювати вибір після надходження нової інформації [2]. Для платіжних зобов'язань такий підхід доцільно поєднати з багатостановим описом переходів між етапами обробки [3] і прогновною інформацією про можливість оплати, час до результату та ризик нерезультативного завершення.

Мета роботи. Розробити метод адаптивного вибору дій під час обробки платіжного зобов'язання, у якому допустимі альтернативні стратегії порівнюються за прогнозованими наслідками, а оперативним результатом є найближча дія, час її виконання та момент повторної перевірки з урахуванням поточного стану, обмежень, ризику й невизначеності.

Основна частина роботи. Вхідним контекстом є поточний стан платіжного зобов'язання, доступна історія подій, тривалість перебування у стані, положення відносно строку оплати, динамічний прогнозний профіль та правила цифрової сервісної платформи. Для моменту t попередньо формується множина допустимих стратегій $\Sigma_i(t)$. Кожна стратегія задає першу дію та умовні продовження, які можуть бути реалізовані лише за відповідних майбутніх станів. Заборонені правилами дії не потрапляють до множини альтернатив і не можуть бути компенсовані високою прогновною оцінкою.

Для порівняння стратегій необхідно оцінити не одну детерміновану траєкторію, а розподіл можливих маршрутів. Майбутні переходи розглядаються умовно відносно запланованої дії, її часу та параметрів. Після кожної

контрольної точки імовірнісна маса розподіляється між станами, а наступна дія визначається умовами відповідної гілки. У результаті для кожної допустимої стратегії формується вектор прогнозової результативності:

$$V_i(\sigma, t) = (P_i^{pay, \sigma}(h_s), T_i^{pay, \sigma}, P_i^{N, \sigma}(h_s), N_i^{a, \sigma}, C_i^{\sigma}, U_i^{\sigma})$$

Компонент $P_i^{pay, \sigma}(h_s)$ задає імовірність оплати на горизонті h_s , $T_i^{pay, \sigma}$ – прогнозний час до оплати, $P_i^{N, \sigma}(h_s)$ – ризик завершення внутрішнього циклу без оплати, $N_i^{a, \sigma}$ – очікувану кількість фактично виконаних активних дій, C_i^{σ} – очікувані ресурсні або грошові витрати, U_i^{σ} – невизначеність оцінювання. Імовірність оплати та час не об'єднуються в один показник: короткий очікуваний час не є перевагою, якщо оплата прогнозується лише для малої частки маршрутів. Аналогічно невизначеність не замінюється нулем за відсутності достатньої статистичної підтримки.

Перед порівнянням компоненти з різними одиницями вимірювання нормуються до спільної шкали. Для допустимих стратегій застосовується критерій, який підвищується зі зростанням імовірності оплати та зменшується зі збільшенням часу, ризику нерезультативного завершення, кількості дій, витрат і невизначеності:

$$\Phi_i(\sigma, t) = w_1 P_i^{pay, \sigma} - w_2 \hat{T}_i^{pay, \sigma} - w_3 P_i^{N, \sigma} - w_4 \hat{N}_i^{a, \sigma} - w_5 \hat{C}_i^{\sigma} - w_6 U_i^{\sigma}$$

Тут $w_1, \dots, w_6$ – невід'ємні ваги, визначені політикою платформи до оцінювання конкретного результату; позначення з «дахом» відповідають нормованим величинам. Ваги не замінюють жорсткі обмеження. Перед оптимізацією зіставляються статистична підтримка, допустимий ризик стану sN , ресурсна межа та гранична невизначеність. Якщо стратегія має блокувальний діагностичний статус або виходить за встановлені межі надійності, вона виключається з робочої множини $\Sigma_{i, sel}(t)$. Якщо робоча множина порожня, метод повертає консервативну альтернативу: контрольоване очікування, перевірену базову дію або передання оператору.

Серед стратегій робочої множини вибирається кандидат із найбільшим значенням критерію. Безпосереднім результатом є не вся майбутня послідовність, а лише перша дія обраної умовної стратегії:

$$\sigma_i^*(t) = \arg \max_{\sigma \in \Sigma_{i, sel}(t)} \Phi_i(\sigma, t), \quad b_i^*(t) = \text{first}(\sigma_i^*(t))$$

Запланований маршрут використовується для пояснення рішення та оцінювання ресурсів, але не вважається фактичною майбутньою траєкторією. Перед виконанням $b_i^*(t)$ повторно перевіряються факт оплати, актуальний стан, частотні та часові обмеження, доступність каналу і версія правил. Після нової події або досягнення часового тригера прогнозний профіль та множина альтернатив формуються заново. Таким чином реалізується рухомий горизонт: майбутні кроки потрібні для оцінювання наслідків поточного вибору, але не створюють безумовного зобов'язання виконувати всю послідовність.

Для відтворюваності кожний цикл зберігає контекст рішення, допустимі альтернативи, прогнозні вектори, причини фільтрації, параметри нормування, значення критерію, обрану дію, її плановий і фактичний час та версії моделей і правил. Це відокремлює сформовану рекомендацію від фактичного виконання та подальшого результату. Для оцінювання дій за історичними даними необхідно зберігати саме контекст моменту рішення; використання майбутнього статусу або подій для формування минулої альтернативи створює часовий витік. Раніше розроблені моделі прогнозування платіжного статусу підтверджують доцільність використання машинного навчання для аналізу структурованих даних платформи [4], однак у запропонованому підході прогноз є лише входом до послідовного вибору дій, а не кінцевим рішенням.

Результати та обговорення. Роботу методу розглянуто на розрахунковому прикладі для активного платіжного зобов'язання, щодо якого допустимими є три альтернативи: σ_1 – контрольоване очікування; σ_2 – повторне звернення через поточний канал; σ_3 – зміна каналу з повторним зверненням. Для демонстрації всі витратні компоненти попередньо нормовано до інтервалу $[0; 1]$, а ваги критерію задано як $w=(0,35; 0,15; 0,20; 0,10; 0,10; 0,10)$. Значення наведено як ілюстрацію процедури вибору, а не як результати емпіричного експерименту.

Таблиця 1

Розрахунковий приклад порівняння допустимих стратегій

Стратегія	$P_{\text{рау}}$	$\hat{T}_{\text{рау}}$	P_N	$\hat{N}_a$	$\hat{C}$	U	Φ
σ_1 : очікування	0,42	0,70	0,18	0,00	0,05	0,12	-0,011
σ_2 : повторне звернення	0,61	0,45	0,14	0,35	0,25	0,10	0,048
σ_3 : зміна каналу	0,66	0,40	0,13	0,35	0,60	0,17	0,033

За заданих ваг σ_3 має найбільшу прогнозну імовірність оплати, однак її перевага компенсується вищими витратами та невизначеністю. Найбільше значення $\Phi=0,048$ отримує σ_2 , тому поточним рішенням стає її перша дія – повторне звернення. Це показує, що метод не зводить вибір до максимізації $P_{\text{рау}}$: стратегія з дещо нижчою ймовірністю позитивного результату може бути доцільнішою за сукупністю критеріїв. Якщо різниця між найкращими оцінками не перевищує заданий поріг практичної значущості, додатково застосовується правило розв'язання близьких оцінок, наприклад перевага менш ресурсомісткої або краще статистично підтриманої альтернативи.

Принциповою властивістю є повторне формування рішення після зміни контексту. Якщо після обраного звернення клієнт здійснив оплату, внутрішній цикл завершується і наступна дія не формується. Якщо реакції немає, але змінюється тривалість перебування у стані або настає черговий часовий поріг, профіль оновлюється і всі допустимі стратегії оцінюються повторно. Повторний вибір тієї самої дії не означає відсутності адаптивності: рішення приймається заново за актуальними даними. Водночас прогнозне порівняння альтернатив не слід трактувати як доведений причинний ефект дії без відповідного дизайну спостережень або експерименту.

Чутливість вибору до параметрів θ доцільно аналізувати окремо від точності прогнозної моделі. Зміна ваг може відобразити різні пріоритети платформи: перед строком оплати більшої ваги набуває мінімізація кількості зовнішніх звернень, тоді як після тривалого перебування без реакції зростає значущість часу та ризику нерезультативного завершення. При цьому параметри повинні бути зафіксовані до перегляду фактичного результату. Якщо платформа не має обґрунтованого набору ваг, доцільно спочатку сформувати множину Парето і вилучити альтернативи, які одночасно гірші за іншими стратегіями за всіма суттєвими компонентами. Це зменшує залежність рішення від довільного вагового згортання.

Окремий режим потрібний для високої невизначеності або слабкої статистичної підтримки. У такій ситуації метод не повинен автоматично обирати стратегію лише через найбільше точкове значення Φ . Доцільними результатами є контрольоване очікування, безпечна базова дія, повторне формування після накопичення нових даних або передання оператору. Таким чином, невизначеність виступає не тільки числовою складовою критерію, а й умовою допустимості автоматичного вибору. Це особливо важливо для рідкісних комбінацій стану, історії та параметрів зобов'язання, де прогноз може виходити за область достатньої підтримки навчальних даних.

Висновки. Запропоновано метод адаптивного вибору дій під час обробки платіжного зобов'язання, який поєднує множину допустимих умовних стратегій із прогнозним оцінюванням їхніх можливих траєкторій. Порівняння враховує імовірність і час оплати, ризик нерезультативного завершення, очікувану кількість дій, витрати та невизначеність. Оперативним результатом є найближча допустима дія, а не фіксована послідовність на весь цикл. Рухомий горизонт і повторна перевірка після подій або часових тригерів забезпечують адаптацію рішення до актуального стану платіжного зобов'язання без порушення жорстких правил цифрової сервісної платформи.

Список літератури

1. Puterman M. L. Markov Decision Processes: Discrete Stochastic Dynamic Programming. Hoboken: Wiley, 2014.
2. Powell W. B. Reinforcement Learning and Stochastic Optimization: A Unified Framework for Sequential Decisions. Hoboken: Wiley, 2022.
3. Jackson C. H. Multi-State Models for Panel Data: The msm Package for R. Journal of Statistical Software. 2011. Vol. 38, No. 8. P. 1–29. DOI: 10.18637/jss.v038.i08.
4. Arsirii O. O., Krantovskyi I. O., Rudenko O. V., Glava M. G. Machine learning models for predicting payment status on an online car rental platform. Applied Aspects of Information Technology. 2025. Vol. 8, No. 1. P. 13–23. DOI: 10.15276/aait.08.2025.1.

МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ УЗГОДЖЕНОСТІ ПЕРЕХОДІВ МІЖ СЕМАНТИЧНИМИ СТАНАМИ ДІАЛОГУ

Чистотін Олексій Володимирович,

аспірант

Національний університет «Одеська політехніка»

Вступ. Діалоги у цифрових сервісах психологічної підтримки складаються з повідомлень, зміст яких залежить від попереднього контексту. Опис проблеми може чергуватися з уточненнями, емоційними реакціями, підтримувальними відповідями та обговоренням можливих дій. Тому результат автоматизованого аналізу не вичерпується визначенням класу окремої репліки. Необхідно також встановити, як змінюється смисловий стан розмови та чи узгоджуються сусідні переходи з тематикою й характером взаємодії.

У дослідженнях розпізнавання емоцій у розмові показано значення контексту та залежностей між учасниками [1]. Графові підходи, зокрема DialogueGCN, дають можливість урахувати зв'язки між репліками, які не обмежуються звичайною послідовністю повідомлень [2]. Проте визначення емоції або комунікативного акту ще не характеризує розвиток діалогу в цілому. Наприклад, повернення до уточнення після обговорення можливих дій не обов'язково є помилкою; воно може відображати нові обставини. Для коректної інтерпретації потрібний показник, що поєднує ймовірність переходу зі змінами теми та емоційних ознак.

Мета роботи. Розробити метод оцінювання узгодженості переходів між семантичними станами діалогу, який поєднує траєкторію станів, емпіричні ймовірності переходів і тематико-емоційну динаміку фрагментів для виявлення типових переходів, зміни теми, повторення станів та відсутності помітного смислового просування.

Основна частина роботи. Вхідними даними є графово-контекстне представлення діалогу G_D , послідовність семантичних профілів реплік P_D та визначена траєкторія станів $\hat{S}_D$. Для аналізу діалог поділяється на впорядковані фрагменти $B_1, \dots, B_K$. Стан фрагмента відображає узагальнений режим взаємодії, а не клас останньої репліки. У базовій множині S виділяються початкове звернення, уточнення, опис ситуації, емоційна реакція, підтримка, пошук варіантів дії, завершення та ескалація. Остання позначає технічну потребу реагування відповідно до правил сервісу, а не діагноз користувача.

Траєкторія $\hat{S}_D = (\hat{s}_1, \dots, \hat{s}_K)$ зберігає порядок станів. Для її аналізу оцінюється матриця переходів T , де елемент T_{ab} відображає відносну частоту переходу зі стану a до стану b . Значення матриці визначаються лише за навчальними діалогами, що унеможливорює використання еталонних станів тестової частини під час прогнозування:

$$T_{ab} = \frac{N_{ab}}{\sum_{c \in S} N_{ac}}, \quad a, b \in S$$

Тут N_{ab} – кількість зафіксованих переходів $a \rightarrow b$; S – множина станів. Якщо для окремого стану немає достатньої кількості спостережень, застосовується згладжування або експертне обмеження оцінки. Матриця T характеризує типовість, але не є жорстким переліком дозволених переходів. Рідкісний перехід може бути змістовно виправданим, тому остаточний висновок не можна робити лише за його частотою.

Кожному фрагменту B_k ставляться у відповідність узагальнені тематичний та емоційний вектори $\bar{t}_k$ і $\bar{e}_k$, сформовані на основі профілів реплік. Зміна цих компонентів між сусідніми фрагментами визначається за нормованою відстанню:

$$\Delta t_k = \|\bar{t}_k - \bar{t}_{k-1}\|, \quad \Delta e_k = \|\bar{e}_k - \bar{e}_{k-1}\|$$

Малі значення Δt_k відповідають збереженню тематичного фокусу, а великі – його зміні. Емоційна відстань характеризує відмінність ознак сусідніх фрагментів, але сама по собі не визначає бажаність чи небажаність переходу. Підтримувальна відповідь, наприклад, може супроводжуватися помітною зміною емоційного компонента без порушення логіки розмови. Тому обидві відстані розглядаються разом із типом переходу та його контекстом.

Показник узгодженості переходу coh_k формується як зважене поєднання типовості переходу, тематичної безперервності й емоційної сумісності. Для базового варіанта методу використано таке співвідношення:

$$\text{coh}_k = \gamma_1 T_{\bar{s}_{k-1}, \bar{s}_k} + \gamma_2 (1 - \widetilde{\Delta t}_k) + \gamma_3 (1 - \widetilde{\Delta e}_k)$$

Тут $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ – невід’ємні ваги, сума яких дорівнює одиниці; нормовані зміни $\widetilde{\Delta t}_k$ і $\widetilde{\Delta e}_k$ належать відрізку $[0; 1]$. Ваги й порогові значення визначаються за навчальною та валідаційною вибірками. Низьке значення coh_k означає нетипову комбінацію переходу й семантичних змін, однак не дає підстав автоматично визнати діалог некоректним. Такий перехід позначається для додаткового аналізу разом з репліками, темами та ролями, що вплинули на оцінку.

Аналіз виконують послідовно. Спочатку із профілів і графових ознак визначаються стани фрагментів. Далі за матрицею T та різницями тематико-емоційних компонентів обчислюються оцінки coh_k . Після цього застосовуються пороги для фіксації різкої зміни теми, повторення станів, низької змістової мінливості та ескалаційного маркера. Повторення одного стану саме по собі не є зацикленням: для такого висновку додатково перевіряються тривалість повторення, відсутність нової інформації й динаміка тем. Невизначені стани виділяються окремо, а пропуски не замінюються довільними припущеннями.

У режимі поточного аналізу фрагмента враховуються тільки повідомлення, які вже надійшли. У ретроспективному режимі допускається використання всього завершеного діалогу, однак ці режими не повинні змішуватися під час експериментального порівняння. Для підвищення інтерпретованості разом зі значенням coh_k зберігаються складові T_{ab} , $\widetilde{\Delta t}_k$ і $\widetilde{\Delta e}_k$ та посилання на відповідні вузли графа. Це дозволяє пояснити, через які зміни перехід позначений як нетиповий.

Результати та обговорення. Оцінювання методу передбачає перевірку якості не лише окремих станів, а і всієї їхньої послідовності. Для цього застосовано TransitionAcc – частку правильно відтворених пар сусідніх станів, а також SeqSim – подібність прогнозованої та еталонної траєкторій за довжиною найбільшої спільної підпослідовності (LCS):

$$\text{TransitionAcc} = \frac{1}{K-1} \sum_{k=2}^K \mathbf{1}[(\hat{s}_{k-1}, \hat{s}_k) = (s_{k-1}, s_k)]$$

$$\text{SeqSim} = \frac{\text{LCS}(\hat{S}_D, S_D)}{\max(|\hat{S}_D|, |S_D|)}$$

У цих виразах s_k позначає еталонний стан, $\hat{s}_k$ – визначений стан, а K – кількість фрагментів. TransitionAcc є чутливою до локальних помилок переходів, тоді як SeqSim характеризує загальне збереження порядку смислових етапів. Відмінність цих метрик дає змогу окремо аналізувати точність локальних переходів та подібність усієї траєкторії. Для випадків із різною кількістю фрагментів послідовності попередньо узгоджуються або враховується їхня фактична довжина.

Для попередньої апробації використано сформовану в матеріалах дослідження вибірку із 720 діалогів та 4800 реплік на основі відкритого набору MentalChat16K [3]. Поділ на навчальну, валідаційну та тестову частини виконано на рівні діалогів у співвідношенні 70 : 15 : 15. Зіставлення базових та графово-контекстного представлень за показниками якості траєкторій наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Результати оцінювання переходів між діалоговими станами

Варіант аналізу	TransitionAcc	SeqSim
XLM-R + контекстне вікно	0,66	0,61
Семантичний профіль репліки	0,70	0,66
Графово-контекстна модель	0,78	0,74

Графово-контекстне представлення забезпечило TransitionAcc 0,78 і SeqSim 0,74 проти 0,66 та 0,61 для трансформерного представлення з контекстним вікном. Підвищення показників відповідно на 0,12 та 0,13 свідчить про краще відтворення локальних переходів і послідовності смислових етапів. Водночас ці значення характеризують якість відновлення траєкторії. Вони не є самостійним вимірюванням точності порогових рішень про зміну теми, зациклення або недостатнє просування; для останніх потрібна окрема експертна розмітка.

Показник coh_k розглянуто також на структурному прикладі переходу від уточнення до опису ситуації. Якщо тематичний фокус зберігається та перехід часто траплявся в навчальних діалогах, оцінка узгодженості є відносно високою. Якщо після уточнення з'являється нова тема, значення відповідної тематичної складової знижується. Водночас такий перехід не відкидається: система має показати зміну фокусу, а не примусово замінювати стан на більш типовий. Це

ілюструє відмінність описового аналізу динаміки від нормативного оцінювання поведінки користувача.

Ілюстративне обчислення дає змогу показати роль складових показника. Нехай для переходу «уточнення $\rightarrow$ опис ситуації» типовість становить 0,60, а нормовані тематична й емоційна зміни – відповідно 0,20 та 0,10. За ваг $\gamma_1 = 0,40$, $\gamma_2 = 0,35$, $\gamma_3 = 0,25$ оцінка coh_k дорівнює 0,745. Для іншого переходу з типовістю 0,10, тематичною зміною 0,80 та емоційною зміною 0,50 показник становить 0,235. Значення наведено як розрахунковий приклад, а не результати окремого експерименту.

Основним обмеженням є залежність матриці T від повноти корпусу та стабільності розмітки станів. Рідкісні ескалаційні ситуації можуть мати недостатню статистичну підтримку, а вибір довжини фрагмента впливає на чутливість до короткочасних змін. Крім того, англomовний характер базового корпусу потребує окремої перевірки на українськомовних зверненнях. Для коректної апробації слід оцінити вплив ваг γ і порогів, стійкість до похибок визначення станів та якості виявлення кожного типу динамічної ситуації.

Висновки. Запропоновано метод оцінювання узгодженості переходів між семантичними станами діалогу, який поєднує матрицю переходів, тематичні та емоційні зміни фрагментів і графово-контекстне подання розмови. Метод відокремлює нетиповий перехід від автоматичного висновку про помилку та формує пояснювальні складові його оцінки. Порівняння траєкторій показало перевагу графово-контекстного представлення за TransitionAcc і SeqSim. Подальша перевірка має бути спрямована на розмічені випадки зміни теми, повторення станів та ескалації, а також на калібрування порогів і ваг для різних типів діалогів.

Список літератури

1. Poria S., Majumder N., Mihalcea R., Hovy E. Emotion Recognition in Conversation: Research Challenges, Datasets, and Recent Advances. IEEE Access. 2019. Vol. 7. P. 100943–100953. DOI: 10.1109/ACCESS.2019.2929050.
2. Ghosal D., Majumder N., Poria S., Chhaya N., Gelbukh A. DialogueGCN: A Graph Convolutional Neural Network for Emotion Recognition in Conversation. Proceedings of EMNLP-IJCNLP. 2019. P. 154–164. DOI: 10.18653/v1/D19-1015.
3. Xu J., Wei T., Hou B. et al. MentalChat16K: A Benchmark Dataset for Conversational Mental Health Assistance. Proceedings of the 31st ACM SIGKDD Conference on Knowledge Discovery and Data Mining. 2025. Vol. 2. P. 5367–5378. DOI: 10.1145/3711896.3737393.

ENSURING THE STABILITY OF ENGINEERING NETWORKS OF RESIDENTIAL BUILDINGS IN CONDITIONS OF MILITARY THREATS

Harbuz Serhii

Candidate of technical sciences,
associate professor of the department
National University of Civil Defense of Ukraine

Vzhesnevskiy Maksym

National University of Civil Defense of Ukraine

Melnik Valeriia

National University of Civil Defense of Ukraine

Kobets Anton

National University of Civil Defense of Ukraine

Krapyvnyi Illia

National University of Civil Defense of Ukraine

In conditions of martial law, ensuring the continuous functioning of engineering networks of residential buildings becomes of particular importance, since the safety, health and daily life of the population depend on their reliability. Damage to electrical networks, water supply, drainage, heating and gas supply systems can lead to a violation of normal living conditions even in those buildings whose load-bearing structures have remained intact. In this regard, it can be assumed that the resistance of a residential building to military threats is determined not only by the strength of its structures, but also by the ability of engineering systems to maintain operability, adapt to emergency conditions and recover after damage. To substantiate this assumption, it is necessary to analyze the regulatory and legal requirements of Ukraine, modern scientific research and the possibilities of applying engineering solutions in the field of civil protection.

First of all, it is worth noting that the engineering networks of residential buildings are an interconnected system, which includes internal networks of electricity supply, water supply, sewage, heating, ventilation and, if available, gas supply. Disruption of the operation of one component can cause additional difficulties in the functioning of other systems. For example, the cessation of power supply can lead to the shutdown of pumping equipment, disruption of coolant circulation in systems with forced circulation and restrictions on the operation of communication and automatic control. The absence of water supply and drainage, in turn, creates sanitary and hygienic risks. Therefore, it is advisable to conduct a comprehensive study of the stability of

engineering networks, taking into account not only the technical condition of individual elements, but also the interdependence between them.

The normative basis for this approach is the Law of Ukraine "On Critical Infrastructure", which defines resilience as the ability of infrastructure to function normally, adapt to changes, withstand threats and quickly recover from their impact [1]. Although not every intra-building engineering network automatically belongs to critical infrastructure facilities, the principles of resilience enshrined in the law have an important methodological significance for organizing the reliable functioning of residential buildings. In my opinion, in wartime, the main criterion for the effectiveness of engineering protection should be not only the ability of the system to operate under normal conditions, but also the ability to provide the minimum necessary needs of residents during emergency shutdowns and restrictions on access to centralized services.

Of great importance for the study of this problem is the article by Svitlana Potapenko "Models for solving the problem of increasing the resilience of drinking water supply and wastewater systems", published in 2025 in the scientific journal "Modern Problems of Architecture and Urban Planning" [2]. The author proposes a conceptual multi-criteria model for increasing the resilience of water supply and wastewater systems, taking into account man-made, environmental, social and military threats. The study uses systems analysis, risk-based planning and mathematical optimization to identify vulnerabilities and select justified management solutions. It is especially important that resilience is considered not as an isolated technical characteristic, but as the result of the interaction of various factors throughout the life cycle of an infrastructure facility. This approach can also be applied to residential buildings, since the reliability of internal networks depends on the condition of the equipment, the availability of resources, the quality of technical maintenance and the ability to quickly restore. At the same time, the model proposed by the author should not be considered a ready-made universal solution for all engineering systems: its practical application requires taking into account the characteristics of a specific object and relevant calculations.

The legal principles of ensuring the life of the population are also defined by the Civil Protection Code of Ukraine. In particular, Article 81 provides for the implementation of life support measures for victims during emergencies, as well as during or as a result of military (combat) operations. Such measures include the provision of water, temporary housing, utilities and other necessary resources [3]. This provision gives grounds to consider the reliability of engineering networks as one of the practical factors in the implementation of civil protection tasks. If the centralized supply of resources is disrupted, early emergency response planning, identification of alternative sources of supply and coordination of actions of local governments, utility companies and relevant services become of particular importance.

One of the directions for increasing the resilience of residential buildings is the implementation of technical solutions that reduce the dependence of their engineering systems on a single source of supply. Such solutions may include backup power supply of equipment, autonomous or alternative sources of heat supply, emergency water

supplies, the possibility of local disconnection of damaged sections of networks and the use of technical condition monitoring tools. At the same time, the choice of such measures should be based on engineering calculations, fire safety requirements, sanitary standards and technical characteristics of a particular building. For example, installing a backup generator requires proper placement, organization of exhaust gas removal, fire protection and compliance with electrical safety requirements. Thus, increasing autonomy should not create additional threats to residents.

No less important is the proper maintenance of engineering networks and the timely identification of their vulnerable areas. DBN V.2.5-64:2012 "Internal water supply and sewage. Part I. Design. Part II. Construction" establishes technical requirements for the design and construction of relevant systems [4]. The application of regulatory requirements during design, reconstruction and repair helps to ensure the proper operation of networks, but in itself does not guarantee their protection from all military influences. Therefore, it is necessary to supplement regulatory design with regular inspections of equipment, checking shut-off valves, monitoring the tightness of pipelines, assessing the condition of fasteners and determining the possible consequences of accidental damage.

Particular attention should be paid to the preparation of residential buildings for long-term interruptions in the supply of energy and utilities. To do this, it is advisable to develop emergency operation plans, determine the equipment whose operation is of primary importance for preserving the life and health of people, and also provide for the procedure for action in the event of failure of basic systems. It is important to take into account the needs of residents with limited mobility, the elderly and people who require constant use of electrical medical equipment. In my opinion, it is the combination of the technical readiness of the building with the organizational preparation of residents and responsible services that allows us to move from responding to accidents that have already occurred to early risk reduction.

The analysis conducted allows us to conclude that increasing the stability of engineering networks of residential buildings requires a systematic approach that combines technical reliability, redundancy of vital systems, regular maintenance and advance planning of actions in case of accidents. At the same time, the effectiveness of such measures depends on the assessment of specific threats, financial capabilities, technical condition of the building and coordinated work of responsible services. Within the discipline "Engineering protection of territories and shelter of the population" this problem is of particular importance, since the functioning of engineering networks affects the possibility of people staying in protective structures and residential buildings for a long time during danger. Therefore, the stability of engineering networks is an important component of population security in conditions of military threats, and its improvement should be based on a combination of scientifically sound engineering solutions, regulatory requirements and practical readiness for emergency response.

References

1. On critical infrastructure: Law of Ukraine No. 1882-IX of November 16, 2021. Current regulatory legal act.
2. Potapenko S. Models for solving the problem of increasing the sustainability of drinking water supply and wastewater systems. Modern Problems of Architecture and Urban Planning. 2025. No. 74. P. 482–498. Modern Problems of Architecture and Urban Planning.
3. Civil Protection Code of Ukraine: Code of Ukraine dated 02.10.2012 No. 5403-VI. Article 81 “Life support of victims”.
4. DBN V.2.5-64:2012. Internal water supply and sewage. Part I. Design. Part II. Construction. Kyiv, 2012.

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ВИЯВЛЕННЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ ФІШИНГОВИХ АТАК

Черниш Юлія

Старший науковий співробітник
Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут

Терещенко Тетяна

Старший науковий співробітник
Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут

Вступ. Стрімкий розвиток технологій, як завжди крім позитивного впливу має і негативні наслідки, які в свою чергу, спричиняють безліч проблем, явищ та процесів. Кіберзлочинність, кібертероризм та інші можуть мати руйнівний характер, це становить загрозу національній безпеці держави. Надійна робота мереж передачі даних, комп'ютерних систем та мобільних пристроїв є обов'язковою умовою для ефективного функціонування держави і суспільства, життєдіяльності громадян.

Розширення загроз національній безпеці у ХХІ ст. покладає на органи державної влади завдання щодо їх попередження, виявлення та нейтралізації. Кібербезпека все частіше розглядається як фундаментальна проблема держави, що безпосередньо впливає на її безпеку, оборону, економіку, майже всі сфери життя.

Характер цифрової інфраструктури робить крадіжку ідентичності природним і надзвичайно привабливим явищем. Зростання кількості інцидентів у кіберпросторі обумовлює необхідність системного аналізу джерел виникнення загроз, на перше місце серед яких виходить фішинг. Небезпечність фішингу обумовлена передусім прямою фінансовою та репутаційною шкодою, яку він завдає. Прибутковість інвестицій у фішинг, зробила свою справу. В деяких випадках фішинг-атаки можуть нести масштабні і критичні загрози.

Мета. Метою роботи є дослідження принципів аналізу фішингових URL-адрес, актуальних методів класифікації фішингових повідомлень та визначення характеристик фішингових вебсайтів.

Викладання основного матеріалу. Фішинг розглядається як процес введення в оману чи соціального примусу жертви до передачі конфіденційної інформації для зловмисного використання. Основна мета його проведення залишається незмінною – викрадення даних (логінів та паролів, реквізитів платіжних карток, одноразових паролів, фінансових номерів телефонів тощо)[1].

Класифікація фішингових повідомлень. Запропонована класифікація передбачає першочерговий поділ атак за критерієм наявності обраної жертви:

1. Нецільовий фішинг: не має явної жертви, але має на меті отримання вигоди шляхом обману та крадіжки інформації.

2. Цільовий фішинг (Spear phishing): використовує складніші та більш технологічні схеми. Зловмисники вивчають профілі жертв у соціальних мережах, збирають інформацію про їхні звички та контакти, що робить повідомлення більш переконливими [2].

За *способами розповсюдження* виокремлюються: поштові повідомлення, соціальні мережі, реклама, дзвінки, SMS-повідомлення та підробні сайти.

За *способами реалізації* виділяють:

- Фішинг-клонування (Clone phishing);
- Підробка електронної пошти (Business email compromise);
- Використання неправильних URL-адрес та прихованих посилань;
- Підробка веб-сайтів, зміна контенту, підміна сайту;
- Фішинг зображень, голосовий фішинг (Vishing), SMS-фішинг (Smishing);
- Використання спливаючих повідомлень та фармінг (Pharming).

Методи виявлення та розпізнавання фішингових атак. Протидія фішингу базується на двох основних підходах:

1. Навчання користувачів: підвищення інформованості та обізнаності щодо методів і тактик фішингу.

2. Програмні засоби:

о *Чорні та білі списки*: базах даних відомих фішингових або легітимних URL-адрес (недоліком є затримка в оновленні);

о *Евристичні методи*: аналіз характеристик URL-адреси та дерева об'єктної моделі документа HTML (DOM);

о *Методи візуальної схожості*: розрізнення за зовнішнім виглядом, порівняння компонентів сторінки, каскадних таблиць стилів (CSS) та візуальних особливостей;

о *Машинне навчання*: створення гнучких моделей для автоматичної класифікації даних та швидкої адаптації до змін у моделях шахрайських операцій [3].

Висновки. Задачу розпізнавання фішингових сайтів можна розглядати як типову проблему класифікації в інтелектуальному аналізі даних, коли класифікатор будується на певному наборі характеристик сайту. Правильний вибір піднабору характеристик підвищує точність прогнозування та збільшує швидкодію розпізнавання.

Практична цінність результатів полягає у можливості використання отриманого класифікатора та сформованого набору характеристик для подальшого створення програмних рішень, антифішингових розширень для браузерів або інших інструментів боротьби з фішингом.

Список літератури

1. М. Акулич, “Фишинг и маркетинг”, 2022. [Электронный ресурс]. Доступно: <https://books.google.com.ua/books?id=BLsVEAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=ru#v=onepage&q&f=false>. Дата обращения: Март. 03, 2024.

2. Що таке фішинг і як від нього захиститись. [Електронний ресурс].
Доступно: <https://www.fg.gov.ua/articles/50140-shcho-take-fishing-i-yak-vid-nogo-zahistitis.html>. Дата звернення: 01. 03. 2024.

3 Штонда, Р., Черниш, Ю., Терещенко , Т., Терещенко, К., Цикало , Ю., & Поліщук, С. (2024). КЛАСИФІКАЦІЯ ТА МЕТОДИ ВИЯВЛЕННЯ ФІШИНГОВИХ АТАК . *Електронне фахове наукове видання «Кібербезпека: освіта, наука, техніка»*, 4(24), 69–80. <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2024.24.6980>

MICROCRACKING EVOLUTION IN FERRUGINOUS QUARTZITES DURING SUCCESSIVE CRUSHING AND GRINDING: THE PR₁SX^{2F} HORIZON OF THE NOVOKRYVORIZKE DEPOSIT

Ishkov Valerii

PhD in Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor
Dnipro University of Technology, Ukraine,
Senior Researcher, N.S. Polyakov Institute of Geotechnical
Mechanics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine

Dreshpak Oleksandr

PhD in Engineering Sciences, Associate Professor,
Dnipro University of Technology, Ukraine

Berezniak Oleksandr

PhD in Engineering Sciences, Associate Professor,
Dnipro University of Technology, Ukraine

Pashchenko Pavlo

PhD in Geological Sciences, Senior Researcher, N.S. Polyakov Institute
of Geotechnical Mechanics of the National
Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine

Moskalenko Alla

Assistant Lecturer, Dnipro University of Technology, Ukraine

Introduction. Ferruginous quartzites constitute an important mineral resource for the iron and steel industry. The efficiency of their technological processing depends on their chemical and mineral composition, textural and structural characteristics, and physical and mechanical properties. Among these factors, microcracking plays an important role in rock strength, fracture behaviour, and the liberation of ore minerals. The characteristics of the microcrack network influence the disintegration of mineral aggregates and the conditions of subsequent mineral beneficiation [1, 2].

During preparation for beneficiation, ferruginous quartzites undergo successive stages of crushing and grinding. These mechanical processes involve not only particle-size reduction but also substantial changes in the internal defect structure of the material. Applied stresses promote the initiation of new cracks, propagation and interaction of pre-existing defects, and fragmentation of mineral aggregates. Consequently, crushing and grinding represent successive stages of structural transformation, accompanied by changes in microcrack dimensions, abundance, and spatial organisation.

Magnetite–quartz ferruginous quartzites are particularly relevant to such investigations because of their pronounced mineralogical and structural heterogeneity. Their banded texture and differences in the mechanical properties of quartz, magnetite, and associated silicate minerals create nonuniform conditions of stress distribution and deformation. Contacts between mineral phases represent potential sites of stress concentration and may influence fracture initiation and propagation. Accordingly, fracture patterns established for relatively homogeneous crystalline materials cannot be directly extrapolated to heterogeneous ferruginous quartzites without considering their specific structural characteristics.

From the perspective of fracture mechanics, microcracks constitute elements of an interconnected defect system whose development affects the mechanical response and fragmentation behaviour of the material. Their number, dimensions, and spatial distribution are associated with damage accumulation and the progressive loss of structural integrity. Pre-existing microcracks influence the response to subsequent loading, while their development and interaction may contribute to cascading fracture processes and the eventual disintegration of mineral aggregates [3–5].

Despite considerable attention to the mechanical fragmentation of brittle rocks, quantitative information on microcracking evolution throughout a complete technological cycle of successive crushing and grinding remains limited, particularly for magnetite–quartz ferruginous quartzites. Establishing these patterns is important for understanding the structural mechanisms of rock disintegration and provides a basis for investigating the relationship between microcracking and mineral liberation.

Aim and Methods. The aim of this study was to establish the patterns of microcracking evolution in ferruginous quartzites of the PR₁Sx₂f horizon at the Novokryvorizke deposit by quantitatively characterising changes in microcrack dimensions, total crack length per unit area, and crack density during successive stages of dry crushing and wet ball milling.

The investigation focused on magnetite and magnetite–silicate varieties of ferruginous quartzites collected within the mining allotment of the Novokryvorizke deposit, including quarry No. 2-bis. To examine changes in their defect structure, thin and polished sections were prepared from the initial rock sample and the products obtained after each processing stage. The experimental sequence comprised the initial state of the material, three successive stages of dry crushing (D1–D3), and three stages of wet ball milling (P1–P3).

Petrographic investigations were performed using a Polam R-312 polarising microscope. Microcracks in quartz and silicate minerals were examined in transmitted light, whereas defects within magnetite grains and along interphase boundaries were investigated in reflected light. Observations were conducted at consistent magnifications throughout the processing sequence to ensure comparability of the linear measurements. Both inherited and technogenic microcracks were included in the quantitative assessment, while cracks associated with mineral cleavage were excluded.

The statistical characteristics of microcrack dimensions were evaluated using the arithmetic mean, median, and mode of the measured crack-length distributions. These

parameters were determined separately for the initial material and each subsequent processing stage.

The development of the microcrack network was additionally characterised using two quantitative coefficients. The linear microcracking coefficient was calculated as the ratio of the cumulative length of recorded microcracks to the investigated area: $K_{lin} = L/S$. This coefficient characterises the total measured crack length per unit area. The microcrack density coefficient was calculated as the number of recorded cracks divided by the investigated area: $K_{dens} = N/S$. It describes the numerical abundance of microcracks independently of their individual lengths.

Joint analysis of the statistical crack-length parameters and the two microcracking coefficients enabled the evolution of the defect structure to be evaluated in terms of both crack dimensions and the increasing concentration of defects during successive technological operations.

Results and Discussion.

Initial State and Microcracking Evolution during Dry Crushing. In the initial ferruginous quartzite sample, the arithmetic mean microcrack length was 0.3447 mm, while the median and modal values were 0.3428 and 0.3256 mm, respectively. The relatively small differences among these statistical parameters indicate that the characteristic lengths of the measured microcracks were concentrated within a comparatively narrow range. The initial linear microcracking coefficient was 54.38, and the microcrack density coefficient was 2.35.

The first stage of dry crushing (D1) produced substantial changes in the quantitative characteristics of the defect structure. The mean microcrack length decreased to 0.2516 mm, corresponding to a reduction of approximately 27% relative to the initial sample. Simultaneously, the linear microcracking coefficient increased to 168.56, while the density coefficient reached 7.11. Thus, a reduction in the characteristic dimensions of recorded microcracks was accompanied by increases in both their numerical abundance and cumulative length per unit area.

Further changes occurred during the second crushing stage (D2). The mean, median, and modal microcrack lengths decreased to 0.2344, 0.2160, and 0.2149 mm, respectively. Concurrently, the linear microcracking coefficient increased to 232.18, and the density coefficient reached 14.60. These results demonstrate continued defect accumulation and a progressive shift in the measured crack-length characteristics towards smaller values.

After the third stage of dry crushing (D3), the mean microcrack length decreased to 0.2034 mm, while the median and mode reached 0.1920 and 0.1888 mm, respectively. The linear microcracking coefficient increased to 297.98, and the density coefficient reached 24.28.

Successive dry crushing progressively reduced the characteristic lengths of recorded microcracks while increasing both microcracking coefficients. This combination indicates a reorganisation of the microcrack field, involving the accumulation of new, relatively short defects alongside the development and interaction of pre-existing fractures.

Such behaviour is consistent with general models of brittle fragmentation, in which the accumulation and interaction of structural defects influence subsequent fracture events and the progressive disintegration of the material [5, 6].

Microcracking Evolution during Wet Ball Milling. The subsequent stages of wet ball milling were characterised by further intensification of changes in the microcrack network. Following the first milling stage (P1), the mean microcrack length decreased to 0.0965 mm, while the median and modal values reached 0.1063 and 0.0847 mm, respectively. Relative to the initial rock sample, these values represented reductions of approximately 72%, 69%, and 74%.

Simultaneously, the linear microcracking coefficient increased to 407.27, and the microcrack density coefficient reached 42.01. These changes indicate that the transition from dry crushing to wet milling was accompanied by a marked increase in the concentration of recorded microcracks despite a further decrease in their characteristic dimensions.

At the second milling stage (P2), the mean microcrack length decreased to 0.0655 mm, the median to 0.0617 mm, and the mode to 0.0488 mm. The corresponding linear microcracking and density coefficients increased to 504.06 and 66.68, respectively. The continued increase in both coefficients, together with the reduction in crack-length parameters, indicates further accumulation of relatively short defects within the investigated mineral aggregates.

The most pronounced changes were recorded in the final product obtained after the third milling stage (P3). The mean microcrack length decreased to 0.0241 mm, while the median and mode were 0.0137 and 0.0293 mm, respectively. At this stage, the linear microcracking coefficient reached 620.97, and the microcrack density coefficient increased to 92.84.

Over the complete technological disintegration cycle, the mean, median, and modal microcrack lengths decreased by approximately 93%, 96%, and 91%, respectively. In contrast, the linear microcracking coefficient increased by approximately 1,042%, while the density coefficient increased by approximately 3,854%.

These results demonstrate a pronounced transformation of the defect structure, characterised by the progressive accumulation of increasingly numerous microcracks with smaller characteristic lengths. The final milling product exhibited a substantially greater concentration of recorded microcrack defects than the initial ferruginous quartzite.

The observed decrease in characteristic microcrack lengths reflects a redistribution of the defect population across scale levels rather than the physical shortening of individual cracks. Some pre-existing cracks may propagate and develop into larger fractures extending beyond the microscopic scale of observation, while numerous shorter microcracks form within newly generated fragments. A redistribution of crack populations towards smaller characteristic dimensions is consistent with observations reported for other brittle rock materials [4, 7].

Interpretation of Structural Changes during Progressive Disintegration. Comparative analysis of the linear microcracking and density coefficients provides additional insight into defect accumulation during successive technological operations.

The linear coefficient characterises the cumulative length of recorded cracks per unit area, whereas the density coefficient reflects their numerical abundance. Their joint variation therefore enables changes in the total extent of the microcrack network to be distinguished from changes in the number of its constituent defects.

During dry crushing, both coefficients increased substantially, indicating simultaneous growth in cumulative crack length and microcrack concentration. During wet ball milling, however, crack density increased more rapidly than cumulative crack length. This relationship indicates that the later processing stages were characterised by the preferential accumulation of numerous short-scale defects.

Accordingly, dry crushing can be interpreted as the initial stage of substantial microcrack-field reorganisation, involving progressive fragmentation and structural damage accumulation. Subsequent wet ball milling was associated with more intensive generation of short microcracks and further redistribution of the defect population towards smaller dimensions.

The observed evolution is consistent with cascade models of brittle fracture, in which the distribution of pre-existing defects influences subsequent fracture trajectories, damage accumulation, and the dimensions of newly formed fragments [5, 6].

The specific characteristics of this process may be related to the mineralogical and structural heterogeneity of magnetite–quartz ferruginous quartzites. Differences in the mechanical behaviour of quartz, magnetite, and associated silicate minerals, together with the characteristics of their interphase boundaries, create heterogeneous conditions of stress distribution. These factors may influence the localisation of microcrack initiation and the subsequent development of the defect network.

Nevertheless, the present quantitative results do not independently establish the contribution of individual mineral contacts to microcrack formation. A more detailed assessment would require additional investigations of crack orientation, morphology, and spatial association with specific mineral phases and interphase boundaries.

The established patterns demonstrate the significance of microcracking as a quantitative structural characteristic of ferruginous quartzites undergoing technological disintegration. Assessment of microcrack dimensions, cumulative length, and density complements conventional particle-size characterisation and provides a basis for further investigation of the relationship between microcracking and mineral liberation [1, 2].

Conclusions

1. Microcracking evolution in ferruginous quartzites of the PR₁Sx₂f horizon at the Novokryvorizke deposit was characterised by substantial and nonuniform changes in defect-structure parameters. Over the complete disintegration cycle, the mean, median, and modal microcrack lengths decreased by approximately 93%, 96%, and 91%, respectively, while the microcrack density coefficient increased by approximately 3,854%.

2. Successive dry crushing and wet ball milling produced distinct patterns of microcrack-field evolution. Dry crushing increased both the cumulative length and numerical abundance of recorded defects, whereas wet milling was characterised by a

more rapid increase in crack density relative to cumulative crack length, indicating the preferential accumulation of short microcracks.

3. The reduction in characteristic microcrack lengths reflects changes in the statistical distribution of defects rather than the physical shortening of individual cracks. Quantitative assessment of microcracking complements conventional disintegration analysis and provides a basis for further investigation of the relationship between microcracking and mineral liberation.

References

1. Barbery, G. (1991). Mineral liberation. SME.
2. Wills, B. A., & Finch, J. A. (2016). Wills' mineral processing technology (8th ed.). Butterworth-Heinemann.
3. Atkinson, B. K. (Ed.). (1987). Fracture mechanics of rock. Academic Press.
4. Kranz, R. L. (1983). Microcracks in rocks: A review. *Tectonophysics*, 100(1–3), 449–480. [https://doi.org/10.1016/0040-1951\(83\)90198-1](https://doi.org/10.1016/0040-1951(83)90198-1)
5. Tapponnier, P., & Brace, W. F. (1976). Development of stress-induced microcracks in Westerly granite. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanics Abstracts*, 13(4), 103–112. [https://doi.org/10.1016/0148-9062\(76\)90947-9](https://doi.org/10.1016/0148-9062(76)90947-9)
6. Schönert, K. (1979). Breakage of brittle particles and material strength. *Powder Technology*, 22(1), 1–10. [https://doi.org/10.1016/0032-5910\(79\)80002-7](https://doi.org/10.1016/0032-5910(79)80002-7)
7. Djordjevic, N. (2003). Influence of microcracks on comminution. *Minerals Engineering*, 16(11), 1107–1112. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2003.07.003>

THE USE OF PAULOWNIA AS A PLANT TEST PECIMEN FOR PHYTOINDICATION OF THE ECOLOGICAL CONDITION OF THE STUDIED SITE

Matskevych Viacheslav,

DSc in Agricultural Sciences, Associate Professor, Department of Ecology,
Agroecology and Ecotrophology, Bila Tserkva National Agrarian University,
Bila Tserkva, Ukraine

Kharchyshyn Viktor,

Cand. Sci., Associate Professor, Department of Ecology, Agroecology and
Ecotrophology, Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

Vered Petro,

Associate Professor, Department of Water Resources and Aquaculture, Bila Tserkva
National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

Ivanchuk Antoni,

PhD student, educational program E2 Ecology
Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

Nerubenko Ivan,

Higher education student, educational program E2 Ecology
Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

Phytoindication is a method for assessing the state of the environment, ecological factors, and anthropogenic pressure [2–4] by studying the species composition, structure, and responses of plants or plant communities. The method is based on the ability of plants to respond to air, soil, or water pollution, as well as to changes in climatic conditions. This method does not require expensive laboratory equipment, complex chemical reagents, or ongoing financial costs. It reflects the entire set of ecological factors (the combined impact of various pollutants), rather than just individual chemical elements. Visible changes (leaf necrosis, discoloration, stunted growth, etc.) allow for a rapid assessment of the scale of an ecological problem directly in the field [1].

Paulownia (Paulownia) shows great potential as a plant for phytomonitoring and phytoremediation due to its unique ability to accumulate pollutants and rapidly increase its biomass. Research into its phytoindication properties is a relevant area of study in ecology, as the tree's large leaves and deep root system actively respond to anthropogenic stress, and thanks to its unusually rapid growth, the results of ecological assessments of a site's condition are visible within a single growing season [5].

With this in mind, the goal of our study was to investigate the possibility of using paulownia as a plant indicator for assessing the ecological condition of the study site.

The results of the analytical study indicate that paulownia is a fast-growing deciduous tree with unique biological and morphological characteristics. Annual height growth ranges from 3 to 5 meters per year under optimal conditions. In their first year, young plants can reach the height of an adult human. Paulownia grows approximately 10 times faster than pine or poplar and 6 times faster than oak [5].

Experimental studies conducted at the Bila Tserkva National Agrarian University revealed a significant difference in the growth and development rates of Paulownia trees at different locations within the study area (Table 1).

Table 1.

Growth intensity indicators for Paulownia

Sample No.	Plant weight (kg)	Leaf weight (kg)	Height (cm)	Weight of a 5x5 cm die-cut (g)
1	0,035	0,015	34,5	0,77
2	0,11	0,04	48	0,945
3	0,025	0,01	37	0,79
4	2,27	1,105	270	1,02

Based on the data presented in Table 1, it is possible to conduct an ecological assessment of plant growth and development and establish correlations between the parameters.

Samples No. 1, No. 2, and No. 3 exhibited relatively low indicators of early growth and development: their height ranged from 34.5 to 48 cm, their total weight ranged from 0.025 to 0.11 kg, and their leaf mass ranged from 0.01 to 0.04 kg.

Sample No. 4 stood out sharply in terms of its parameters: its height reached 270 cm, its total weight was 2.27 kg, and its leaf mass was 1.105 kg.

During the experiments, a clear correlation was established between soil acidity (pH) and the intensity of the plants' biometric indicators. The best wood growth was observed at a pH of 6.8, where nutrient availability was optimal (Fig. 1).



Figure 1. Growth rate of Paulownia under environmental conditions with a pH of 6.8

Source of the figure: photo taken by the authors

In contrast, under alkaline conditions (pH 8.5), young paulownia plants lagged significantly behind in growth, indicating inhibited root uptake of micronutrients and physiological stress in the plants.

Conclusion. Experimental studies have confirmed the significant potential of Paulownia as an effective test species for the phytomonitoring of anthropogenic stress. Experimental data revealed differences in the plants' biometric parameters across various locations within the study site. In particular, sample No. 4 exhibited the highest values for height (270 cm) and total plant mass (2.27 kg). A pronounced dependence of growth rate on soil acidity was established: optimal plant development was observed at a pH of 6.8, whereas an alkaline soil reaction (pH 8.5) caused physiological stress and inhibited plant growth. The results obtained are of significant practical importance for agroecological planning and the optimization of Paulownia cultivation. Taking soil and climatic factors into account, along with a preliminary pH analysis, allows not only for predicting the productivity of plantations but also for minimizing resource consumption while ensuring maximum ecological and economic benefits.

References

1. Ольхович О. П., Мусієнко М. М. Фітоіндикація та фітомоніторинг. Київ: Фітосоціоцентр, 2005. 64 с.
2. Максименко Н. В. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище: підручник для студентів вищих навчальних закладів Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2015. 264 с.
3. Нормування антропогенного навантаження на природне середовище: Методичні вказівки для виконання практичних робіт здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 101 «Екологія» / В.М. Харчишин, В.С. Бітюцький, О.М. Мельниченко, П.І. Веред, М.В. Злочевський, Ю.О. Мельниченко, О.П. Шулько, Л.С. Онищенко. Біла Церква, 2021. 29 с. <http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/7011>
4. Нормування антропогенного навантаження на природне середовище: Методичні вказівки до виконання самостійних робіт здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 101 «Екологія» / В. М. Харчишин, В. С. Бітюцький, О. М. Мельниченко. Біла Церква, 2021. 15 с. <http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/6992>
5. Мацкевич О. В., Філіпова Л. М., Мацкевич В. В., Андрієвський В. В. Павловія: Науково-практичний посібник. Біла Церква: БНАУ, 2019. 80 с

ЕКОЛОГІЧНІ ОРІЄНТИРИ ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ СИСТЕМ

Боровський Олександр Миколайович,
здобувач магістерського рівня вищої освіти
Поліський національний університет

Коструба Владислав Юрійович,
здобувач магістерського рівня вищої освіти
Поліський національний університет

Тищенко Сергій Андрійович,
здобувач магістерського рівня вищої освіти
Поліський національний університет

Сорока Андрій Володимирович,
здобувач магістерського рівня вищої освіти
Поліський національний університет

Сорока Вадим Володимирович,
здобувач магістерського рівня вищої освіти
Поліський національний університет

Збереження природної ділянки не завжди забезпечується самим фактом обмеження її господарського використання. Вона може залишатися вразливою до змін водного режиму, забруднення із суміжних територій або поступового спрощення структури угруповань. Водночас використання природних систем для відпочинку чи отримання ресурсів залежить від підтримання їхнього стану. Тому екологічні орієнтири мають визначати, які властивості й процеси необхідно зберігати, яких впливів слід уникати та за якими ознаками оцінювати наслідки прийнятих рішень.

Мета роботи – узагальнити екологічні орієнтири збереження та використання природних систем з урахуванням їхніх функцій, структурних особливостей і чутливості до антропогенного навантаження. На основі аналізу наукових публікацій зіставлено підходи до підтримання природних процесів і вибору прийнятних способів користування екосистемами.

Вихідним орієнтиром є збереження функціональної цілісності природної системи. Для цього важливо встановити, які компоненти забезпечують її функціонування та від яких умов залежать відповідні процеси. Розгляд екосистемних послуг у контексті природного капіталу допомагає пов'язати екологічні характеристики із суспільними вигодами та потребами управління [1]. Проте перелік корисних послуг не вичерпує природоохоронного значення

екосистеми. Для практичних рішень необхідно враховувати також збереження оселищ, умов відтворення організмів і природних зв'язків, навіть коли їхній внесок у конкретну господарську вигоду складно визначити.

Особливого значення набуває відповідність заходів природному режиму території. У водно-болотних системах водообмін, тривалість затоплення та стан ґрунтів пов'язані з підтриманням оселищ, регулюванням стоку й перетворенням речовин. Різноманіття послуг таких екосистем і відмінності умов їх надання потребують комплексного оцінювання [2]. Звідси випливає доцільність розглядати збереження водно-болотного комплексу разом із процесами на прилеглої території. Виявлення причин зміни зволоження або надходження забруднювачів має передувати вибору відновлювальних заходів.

Наступний орієнтир – урахування структурної організації екосистем. Видовий склад, співвідношення вікових груп, ярусність і просторове розміщення організмів впливають на характер взаємодій усередині природної системи. Дослідження мішаних лісових насаджень показують, що їхня динаміка може відрізнятися від поведінки одновидових деревостанів, тому потребує відповідних підходів до управління [3]. Для наближеного до природи лісівництва важливо узгоджувати втручання з особливостями конкретного насадження та можливостями його поновлення. Підтримання неоднорідності доцільно розглядати з урахуванням умов місцезростання й природної динаміки, уникаючи універсальних вимог до будови всіх лісів.

Збереження природних процесів потребує одночасного обмеження зовнішніх впливів. Здатність екосистем затримувати й перетворювати речовини не означає необмеженої можливості приймати забруднення. Надходження стічних вод може змінювати різні процеси у водотоках неоднаково: посилення окремих метаболічних реакцій може поєднуватися з погіршенням інших функціональних характеристик [4]. Отже, підвищення інтенсивності певного процесу саме по собі не є свідченням поліпшення стану водойми. Першочерговим завданням має бути зменшення забруднення в місці його утворення та належне очищення стоків.

Для визначення прийняттого використання необхідно розмежовувати потенційні можливості екосистеми й умови їх реалізації. Наявність привабливих ландшафтів створює передумови рекреації, але не визначає допустимої інтенсивності відвідування. Рекреаційні впливи можуть поєднуватися з іншими чинниками, зокрема кліматичним стресом, посилюючи вразливість природних територій [5]. Тому організацію відпочинку доцільно пов'язувати з чутливістю ділянок, сезонними особливостями та можливістю спрямовувати відвідувачів на придатні маршрути. Збільшення доступності потребує оцінювання того, як зміняться стан рослинності, ґрунтовий покрив і умови існування організмів.

Спільним для різних видів природокористування є просторове узгодження діяльності. Межі господарських об'єктів або природоохоронних територій не завжди збігаються з межами поширення впливу. Пропонуємо під час обґрунтування заходів визначати джерело навантаження, шлях його перенесення та природні компоненти, що зазнають змін. Такий підхід допомагає з'ясувати, чи достатньо локального втручання. Наприклад, упорядкування місць відпочинку

не усуне наслідків забруднення, яке надходить водотоком із суміжної території. Відповідно, збереження природної системи може потребувати взаємопов'язаних дій кількох користувачів.

Для практичного вибору рішень пропонуємо порівнювати альтернативи за їхнім впливом на умови функціонування та відновлення екосистеми. Оцінювання має з'ясовувати, які зміни є необхідними для запланованої діяльності, яких порушень можна уникнути та чи зберігаються можливості природного відновлення. Заходи, що скорочують навантаження, варто зіставляти із заходами відновлення пошкоджених компонентів. Зменшення надходження забруднювачів, наприклад, не обов'язково одразу усуває наслідки попереднього впливу. Це потребує розмежування очікуваних строків поліпшення й ознак, за якими його можна буде встановити.

Перевірка результативності потребує показників, пов'язаних із причинами та наслідками змін. Для водних систем це можуть бути характеристики водного режиму, якості води та стану біоти; для лісових – ознаки поновлення, структурної організації й пошкодження насаджень; для рекреаційних ділянок – поширення витоπτування та порушення рослинного покриву. Показники слід добирати під конкретне завдання, визначаючи вихідний стан і умови повторних спостережень. Спільним критерієм пропонуємо вважати збереження здатності природної системи підтримувати характерні для неї процеси за обраного способу використання.

Отже, екологічні орієнтири збереження та використання природних систем мають поєднувати увагу до функцій екосистем, їхньої структури та сукупного навантаження. Їх прикладне значення полягає у переході від загального визнання природної цінності території до обґрунтованого вибору дій. Пріоритетними є запобігання порушенню ключових природних процесів, обмеження впливів у місцях їх виникнення та перевірка фактичних результатів. Це дозволяє узгоджувати природоохоронні, господарські й рекреаційні завдання з умовами тривалого функціонування екосистем.

Список літератури

1. Вискушенко Д. А., Никитюк Ю. А. Методологічні засади дослідження екосистемних послуг лісів у контексті оцінки природного капіталу. Екологічні науки. 2026. № 1 (64). С. 104–110. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2026.eco.1-64.14>.
2. Delle Grazie F. M., Gill L. W. Review of the Ecosystem Services of Temperate Wetlands and Their Valuation Tools. Water. 2022. Vol. 14, No. 9. 1345. DOI: <https://doi.org/10.3390/w14091345>.
3. Pretzsch H., Zenner E. K. Toward managing mixed-species stands: from parametrization to prescription. Forest Ecosystems. 2017. Vol. 4. Article 19. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40663-017-0105-z>.
4. Pereda O., von Schiller D., García-Baquero G., Mor J. R., Acuña V., Sabater S., Eloisegi A. Combined effects of urban pollution and hydrological stress on ecosystem

functions of Mediterranean streams. *Science of the Total Environment*. 2021. Vol. 753. 141971. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141971>.

5. Monz C. A., Gutzwiller K. J., Hausner V. H., Brunson M. W., Buckley R., Pickering C. M. Understanding and managing the interactions of impacts from nature-based recreation and climate change. *Ambio*. 2021. Vol. 50. P. 631–643. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13280-020-01403-y>.

ВИРОБНИЧО-ТОРГОВЕЛЬНІ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКИ НА СВІТОВИХ РИНКАХ ЗЕРНОВИХ ТА ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР

Болотова Вікторія Григорівна
Студентка

Науковий керівник:
Ханова Олена В'ячеславівна
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
м. Харків, Україна

Вступ. Світові ринки зернових та олійних культур характеризуються високою концентрацією виробництва й експорту, відмінностями у структурі внутрішнього споживання та залежністю міжнародних поставок від природно-кліматичних, економічних і геополітичних чинників. Конкурентні позиції країн на цих ринках визначаються виробничим потенціалом, рівнем експортної орієнтації, розвитком логістичної інфраструктури та умовами доступу до зовнішніх ринків. Тому зростання обсягів виробництва не завжди супроводжується відповідним збільшенням експорту. Особливої актуальності дослідження виробничо-торговельних взаємозв'язків набуло в умовах порушення міжнародних ланцюгів постачання та повномасштабної війни проти України. Обмеження транспортної інфраструктури, зміна експортних маршрутів і скорочення виробничих потужностей вплинули на співвідношення між виробництвом та експортом української аграрної продукції. Порівняння України зі США, Бразилією та ЄС виявляє відмінності у формуванні експортної пропозиції та використанні виробничого потенціалу.

Метою дослідження є оцінювання взаємозв'язків між обсягами виробництва та зовнішньої торгівлі зерновими й олійними культурами, визначення відмінностей в експортній орієнтації провідних країн та виявлення особливостей формування зовнішньоторговельних потоків на світових аграрних ринках.

Матеріали та методи. Інформаційну основу дослідження становлять статистичні дані Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (FAOSTAT), Міністерства сільського господарства США (USDA PSD), Світового банку (Commodity Markets), баз міжнародної торгівлі UN Comtrade та Trade Map Міжнародного торговельного центру [1-5]. Кількісне моделювання охоплює окремі ринки кукурудзи, сої, пшениці та соняшникової олії.

Для дослідження виробничо-торговельних взаємозв'язків використано порівняльний і структурно-динамічний аналіз, показники експортної орієнтації, кореляційний аналіз та парну лінійну регресію. Експортну орієнтацію визначено як відношення обсягу експорту до обсягу виробництва відповідного товару, виражене у відсотках. Для оцінювання залежності зовнішньоторговельних потоків від виробництва застосовано регресійне моделювання, яке проведено для

окремих товарних ринків США, Бразилії, України та ЄС за 2016-2024 рр. із використанням дев'яти річних спостережень для кожної моделі. Тісноту лінійного зв'язку оцінено за коефіцієнтом кореляції Пірсона, а пояснювальну здатність регресійних моделей – за коефіцієнтом детермінації.

Результати та обговорення. Порівняльний аналіз виробництва та зовнішньої торгівлі зерновими й олійними культурами виявив відмінності у формуванні експортної пропозиції провідних учасників світового аграрного ринку. США та Бразилія мають значні виробничі потужності у сегментах кукурудзи й сої, однак відрізняються співвідношенням внутрішнього споживання та експорту. Україна характеризується високою експортною орієнтацією виробництва кукурудзи, пшениці та соняшникової олії, тоді як для Європейського Союзу важливе значення має співвідношення власного виробництва й імпорتنих поставок окремих культур.

Результати кількісного оцінювання взаємозв'язків між виробництвом і зовнішньою торгівлею наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Показники виробничо-торговельних взаємозв'язків на світових ринках
зернових та олійних культур у 2016-2024 рр.

Ринок / товар	Коефіцієнт кореляції, r	Коефіцієнт детермінації, R ²	Середня експортна орієнтація, %
Виробництво та експорт			
США / кукурудза	0,22	0,05	15
Бразилія / кукурудза	0,43	0,18	32
Україна / кукурудза	0,026	0,0007	81
США / соя	-0,008	0,0001	47
Бразилія / соя	0,72	0,51	58
Україна / пшениця	0,63	0,39	67
Україна / соняшникова олія	0,15	0,02	93
Виробництво та імпорт			
ЄС / кукурудза	-0,63	0,39	—
ЄС / соя	0,36	0,13	—
ЄС / пшениця	-0,08	0,01	—

Джерело: складено автором за результатами розрахунків на основі даних [1-4].

Результати кореляційного аналізу засвідчили відмінності у взаємозв'язках між виробництвом і зовнішньою торгівлею залежно від країни та товарного

ринку (табл. 1). Найтісніший позитивний зв'язок встановлено між виробництвом та експортом сої у Бразилії ($r = 0,72$; $R^2 = 0,51$) і пшениці в Україні ($r = 0,63$; $R^2 = 0,39$). Для кукурудзи у США та Бразилії зв'язок виявився слабшим, а для сої у США – практично відсутнім. На ринку кукурудзи ЄС встановлено від'ємну кореляцію між виробництвом та імпортом ($r = -0,63$), що узгоджується з можливістю часткового заміщення зовнішніх закупівель внутрішнім виробництвом. Відмінності в отриманих результатах пов'язані зі структурою внутрішнього споживання, використанням запасів та особливостями торговельної спеціалізації країн.

Показовими є зміни співвідношення виробництва та експорту зернових культур України після початку повномасштабної війни. Порівняння середньорічних показників за 2016-2021 та 2022-2024 рр. засвідчило скорочення виробництва кукурудзи з 32,7 до 28,76 млн т за одночасного збільшення її експорту з 23,83 до 27,05 млн т. Співвідношення експорту до виробництва зросло з 0,73 до 0,94. На ринку пшениці скорочення виробництва з 27,8 до 22,63 млн т супроводжувалося зменшенням експорту з 18,29 до 16,01 млн т, однак його частка відносно виробництва збільшилася з 0,66 до 0,70.

Розбіжності між змінами виробництва та експорту пов'язані з використанням накопичених запасів, внутрішнім споживанням і переорієнтацією логістичних маршрутів в умовах обмеження морських перевезень.

Висновки. Проведений аналіз виробничо-торговельних взаємозв'язків на світових ринках зернових та олійних культур засвідчив суттєві відмінності між країнами за характером залежності зовнішньоторговельних потоків від обсягів виробництва. Найбільш виражений позитивний лінійний зв'язок виявлено для експорту сої Бразилії та пшениці України, тоді як на інших досліджуваних ринках пояснювальна здатність виробничого чинника виявилася нижчою. Відмінності між ринками потребують урахування структури внутрішнього споживання, запасів і торговельної спеціалізації під час оцінювання експортних можливостей країн.

Для України розбіжності між динамікою виробництва та експорту після 2022 року вказують на можливу роль запасів і адаптації логістики, однак їхній вплив потребує окремої кількісної оцінки. Підвищення експортної конкурентоспроможності України потребує розвитку транспортної та складської інфраструктури, диверсифікації маршрутів постачання і ринків збуту, а також розширення переробки сільськогосподарської продукції. Розвиток альтернативних маршрутів і переробки може зменшити залежність експортних результатів від окремих транспортних коридорів.

Список літератури

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (n.d.). FAOSTAT: Food and agriculture data. URL: <https://www.fao.org/faostat/en/>;
2. International Trade Centre (ITC). (n.d.). Trade Map: Trade statistics for international business development. URL: <https://www.trademap.org/>;

ECONOMICS
THE MODERN DIMENSION OF INTERDISCIPLINARY RESEARCH: FROM THEORY TO
PRACTICE

3. United Nations Statistics Division. (n.d.). UN Comtrade Database. URL: <https://comtradeplus.un.org/>;
4. United States Department of Agriculture, Foreign Agricultural Service (USDA FAS). (n.d.). Production, Supply and Distribution (PSD) URL: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/>;
5. World Bank. (n.d.). Commodity Markets: Commodity price data (Pink Sheet). URL: <https://www.worldbank.org/en/research/commodity-markets>.

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ІНВЕСТИЦІЙ В ІНІЦІАТИВИ З РОЗВИТКУ КОРПОРАТИВНОЇ КУЛЬТУРИ ПІДПРИЄМСТВА

Назаров Нікіта Костянтинович

доктор економічний наук, професор
Кафедра економіки та менеджменту
Харківський національний університет імені Василя Каразина

Туракевич Єлизавета Віталіївна

магістр
Кафедра соціальної економіки
Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця

Анотація. У тезах досліджено методичні та практичні підходи до оцінювання ефективності інвестицій у розвиток корпоративної культури та людського капіталу підприємства. Обґрунтовано, що в сучасних умовах воєнного стану та цифрової трансформації витрати на корпоративне навчання, well-being-програми, підтримку ментального здоров'я та організацію гнучких форматів праці є стратегічними капіталовкладеннями у стійкість бізнесу, а не поточними адміністративними витратами. Розглянуто систему оцінювання віддачі від культурних та освітніх ініціатив, яка поєднує фінансові метрики — коефіцієнт рентабельності інвестицій (ROI) та співвідношення вигод і витрат (BCR) — із нефінансовими ключовими показниками ефективності (KPI): динамікою продуктивності праці, рівнем плинності кадрів, інноваційною активністю, лояльністю та комерційною свідомістю персоналу.

Ключові слова: корпоративна культура, ефективність інвестицій, рентабельність інвестицій (ROI), ключові показники ефективності (KPI), лояльність персоналу, комерційна свідомість, людський капітал.

Протягом тривалого часу у вітчизняній управлінській практиці витрати на розвиток корпоративної культури — навчання персоналу, командоутворення, облаштування робочого простору чи соціальні пакети — сприймалися власниками бізнесу переважно як безповоротні поточні витрати, які першими потрапляли під скорочення під час фінансових криз. Проте перехід до сучасної економіки знань докорінно змінив цю парадигму: сьогодні саме нематеріальні ресурси (інтелектуальний потенціал, система цінностей, довіра в колективі та комерційна свідомість працівників) формують додаткову ринкову вартість компанії та витісняють застарілі моделі господарювання, що спиралися виключно на матеріальні активи [2].

В українських реаліях воєнного стану та стрімкої цифровізації структура інвестицій у корпоративну культуру суттєво трансформувалася [1; 4]. Провідні компанії спрямовують значні бюджети у чотири стратегічні напрями: розбудову

цифрової інфраструктури для гібридної та асинхронної роботи (забезпечення технікою, резервним живленням, хмарними сервісами); програми збереження ментального здоров'я та well-being (психологічні консультації, стрес-менеджмент, додаткові «дні для відновлення», релокація сімей); розвиток культури безперервного навчання (LMS-платформи, рескілінг, апскілінг, кризове лідерство); а також політики інклюзивності та корпоративної соціальної відповідальності [4]. Такі ініціативи вимагають серйозних фінансових впливань, а отже, перед HR-департаментами та топменеджментом постає практичне завдання — оцифрувати економічний і соціальний ефект від вкладених коштів та обґрунтувати їхню доцільність [1; 2].

Складність оцінювання таких інвестицій полягає в тому, що корпоративна культура не генерує миттєвий прямий прибуток у бухгалтерському балансі — вона працює опосередковано, змінюючи поведінку та ставлення людей до роботи [2; 3]. Як слушно зазначають дослідники, працівники з високим рівнем корпоративної культури та сформованою комерційною свідомістю перестають бути просто пасивними виконавцями посадових інструкцій [2]. Вони розуміють загальну бізнес-стратегію компанії, бачать свій особистий внесок у фінансовий результат, орієнтуються на контроль витрат і високі стандарти якості, що в підсумку конвертується у зростання доходів підприємства [2].

Для того щоб об'єктивно виміряти віддачу від культурних та освітніх ініціатив, доцільно застосовувати дворівневу систему оцінювання, яка поєднує жорсткі фінансові метрики та якісні поведінкові індикатори [1; 3]:

По-перше, фінансово-економічний аналіз на основі показників рентабельності інвестицій (ROI — *Return on Investment*) та співвідношення вигод і витрат (BCR — *Benefit-Cost Ratio*) [1]. Цей метод дозволяє зіставити грошову вигоду від впровадженої програми (наприклад, приріст чистого доходу від автоматизації процесів чи скорочення часу на виконання завдань після навчання) із фактичним бюджетом, витраченим на її реалізацію [1]. Показовим прикладом є досвід глобальних консалтингових компаній «Великої четвірки», які активно інвестують у розвиток культури інновацій, цифрових компетентностей та опанування штучного інтелекту персоналом (від 2 745 до 7 315 дол. США у розрахунку на одного працівника) [1]. Розрахунки свідчать, що за грамотної інтеграції навчальних екосистем коефіцієнт покриття витрат вигодами (BCR) сягає від 2,79 до 4,0, а чиста рентабельність інвестицій (ROI) становить від 1,79 до 3,0 [1]. Водночас аналіз показує і зворотний бік: масштабні капіталовкладення без миттєвої адаптації (як у випадку п'ятирічної програми KPMG на 2 млрд дол.) у короткостроковому періоді можуть давати тимчасово від'ємний ROI (-0,12), що доводить необхідність оцінювати фундаментальні культурні трансформації на довшому часовому горизонті [1].

По-друге, система ключових показників ефективності (KPI) у сфері управління персоналом [3]. Оскільки за даними міжнародних опитувань (зокрема *Training Magazine*) близько 74 % організацій оцінюють дієвість своїх програм саме через зміни у щоденній роботі команд, фінансові розрахунки необхідно доповнювати п'ятьма базовими HR-метриками [1; 3]:

Зниження плинності кадрів [3]. Інвестиції у сприятливий мікроклімат, прозору систему винагород і баланс між роботою та особистим життям утримують ключових фахівців усередині компанії [3]. Економічний ефект тут прямий: підприємство зберігає накопичений інтелектуальний капітал і уникає постійних фінансових втрат на зовнішній рекрутинг та тривалу адаптацію новачків, закриваючи вакансії за рахунок внутрішнього кадрового резерву та ринку талантів [1; 2; 3].

Динаміка продуктивності праці [2; 3]. Вмотивовані працівники, які поділяють цінності організації та розуміють її бізнес-процеси, виконують операційні завдання швидше, з меншою кількістю браку чи помилок [2; 3].

Рівень залученості та лояльності співробітників [3]. Висока емоційна прихильність перетворює працівників на добровільних «амбасадорів бренду», які транслиують позитивну репутацію компанії клієнтам, партнерам та кандидатам на ринку праці, знижуючи витрати на зовнішній маркетинг роботодавця [3; 4].

Інноваційна активність та ініціативність [2; 3]. У культурі довіри та партнерства співробітники не бояться виходити за межі вузьких посадових обов'язків, пропонувати ідеї щодо оптимізації процесів та створювати власний навчальний контент для колег [1; 2; 3].

Рівень задоволеності працею та психоемоційна стабільність [3; 4]. Вкладення у well-being та психологічну безпеку окупаються за рахунок скорочення кількості лікарняних, прогулів та випадків професійного вигорання [4].

Щоб оцінка ефективності інвестицій у корпоративну культуру була точною, а не формальною, на підприємстві варто впровадити чіткий чотириетапний алгоритм моніторингу (за логікою «до та після») [1; 3]. Перший крок — це вхідний аудит корпоративної культури та діагностика потреб персоналу перед запуском ініціативи, що дозволяє зафіксувати стартові показники («точку нуля») та не витрачати бюджет на неактуальні заходи [1; 3]. Другий крок — збір оперативного зворотного зв'язку під час та одразу після впровадження змін через регулярні анкетування, фокус-групи, індивідуальні глибинні інтерв'ю з лідерами думок та відкриті цифрові канали комунікації (корпоративні портали, анонімні скриньки пропозицій) [1; 2; 3]. Третій крок — спостереження за реальною зміною поведінкових компетенцій на робочому місці та аналіз відгуків внутрішніх і зовнішніх клієнтів за допомогою автоматизованих HR-систем (на зразок SAP) [1; 2]. І нарешті, четвертий крок — підсумковий розрахунок довгострокового впливу програми на фінансові результати компанії (через показники ROI та динаміку KPI) з подальшим коригуванням стратегії розвитку [1; 2; 3].

Отже, можна зробити висновок, що інвестиції в ініціативи з розвитку корпоративної культури є одним із найбільш рентабельних напрямів капіталовкладень сучасного бізнесу [1; 2]. Проте високу віддачу вони приносять лише тоді, коли підкріплені особистим прикладом керівництва, інтегровані у загальну бізнес-стратегію та супроводжуються системною оцінкою як фінансових (ROI, BCR), так і соціально-поведінкових (KPI лояльності,

плинності, продуктивності та комерційної свідомості) показників [1; 2; 3]. Такий виважений, аналітичний підхід дозволяє українським підприємствам раціонально використовувати обмежені ресурси у воєнний час, зберігати цінний людський капітал і формувати міцний фундамент для повоєнного економічного зростання [1; 4].

Список літератури

1. Грішнова О., Марковець Д. Цифровізація розвитку корпоративного людського капіталу: тренди, виклики, ефективність (на прикладі консалтингових компаній). Вчені записки Університету «КРОК». 2024. № 1 (73). С. 28–39.
2. Зеркаль А. В. Корпоративна культура та комерційна свідомість персоналу – інноваційні напрями розвитку підприємств : монографія. Tallinn : Teadmus OÜ, 2022.
3. Перевозова І. В., Вітовський О. І., Хомик А. В., Ривак О. І. Корпоративна культура як інструмент управління лояльністю персоналу підприємств. Академічні візії. 2023. Вип. 23.
4. Шпильова В., Безсікерних В., Думанецький В. Сучасні напрями розвитку корпоративної культури. Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. 2025. № 4 (344). С. 639–645.

СТРАТЕГІЧНІ НАПРЯМИ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ БІЗНЕС-МОДЕЛЕЙ В УМОВАХ БЕЗПЕКОВИХ ВИКЛИКІВ ТА ПЕРЕБУДОВИ РИНКІВ

Садчиков Віктор,

к.е.н., доцент кафедри економіки і управління
ННІ Професійної освіти та технологій,
Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка

Сучасний етап розвитку глобальної та національної економіки України, характеризується безпрецедентно високим рівнем турбулентності. Поєднання геополітичних криз, воєнних конфліктів, кібернетичних загроз та стрімких структурних зрушень на економічних ринках України, вимагає від підприємств докорінного перегляду традиційних принципів господарювання. В умовах високої невизначеності, стійкість ведення бізнесу, більше не може гарантуватися лише екстенсивним зростанням чи традиційними резервними фондами. Ключовим фактором виживання та конкурентоспроможності, стає глибока цифрова трансформація вітчизняних бізнес-моделей, здатна забезпечити організаційну гнучкість, безперервність бізнес-процесів і швидку адаптацію до нових зовнішніх та внутрішніх ринкових змін.

Якщо розглядати традиційну бізнес-модель ведення підприємницької діяльності, то акцент перш за все робиться на тому, як підприємство створює, постачає та монетизує «цінність» [6]. Проте, під впливом кризових факторів, фокус зміщується з максимізації прибутку на цифрову стійкість та як наслідок, забезпечення безперервності діяльності бізнес-процесів.

Цифрова трансформація в умовах безпекових загроз і невизначеності, вже давно вийшла за межі звичайного впровадження окремих інструментів на кшталт штучного інтелекту, хмарних сховищ чи Інтернету речей [4]. Сьогодні, цифрова трансформація бізнес-моделей – це глибока та фундаментальна перебудова всієї архітектури підприємства, яка адаптує існуючу бізнес-модель до постійних зовнішніх ризиків. Замість точкової автоматизації, підприємства змушені переглядати власні фундаментальні принципи функціонування, створюючи нове цифрове середовище, здане витримувати кібератаки, фізичні загрози та розриви ланцюгів постачання.

Основою такої перебудови стає відмова від застарілих монолітних структур на користь гнучких і децентралізованих екосистем. Одночасно зміцнюється концепція кібербезпеки за замовчуванням, де захист інформації перестає бути додатковим сервісом і перетворюється на базову вимогу, вшити в кожен цифровий протокол та кожен етап створення цінності ще на стадії проєктування.

Важливим драйвером адаптивності виступає перехід до управління, що повністю базується на використанні хмарних даних [8]. Сучасне бізнес-середовище вимагає від керівників відмовитися від інтуїтивних рішень, на користь аналітики в режимі реального часу та предиктивного моделювання. Це

дозволяє не просто оперативно реагувати на кризові ситуації, а передбачати потенційні ризики, і як наслідок, автоматично коригувати операційні плани та зберігати безперервність діяльності навіть під час серйозних дестабілізуючих подій.

Трансформаційні процеси у світовій економіці все частіше відбуваються не за класичними законами конкуренції, а під впливом дестабілізуючих чинників різного походження [7]. Поєднання військових конфліктів, геополітичного протистояння та глобальних технологічних зрушень формує комплексні виклики для операційної діяльності будь-якого підприємства в будь-якій країні. За таких умов, бізнес змушений переглядати базові стратегії розвитку, шукаючи баланс між збереженням ефективності та забезпеченням власної стійкості.

Одним із найгостріших викликів сучасності є стрімке зростання цифрових загроз, які вийшли далеко за межі звичайного мережевого шахрайства. Головне місце серед засобів гібридного впливу на бізнес, посідають цілеспрямовані кібератаки на об'єкти критичної інфраструктури, цифрові екосистеми вітчизняних дата-центрів та елементи ланцюгів постачання. Зазнаючи атак, підприємства втрачають не лише конфіденційні дані чи фінансові ресурси, але й довіру клієнтів та партнерів.

Не менш відчутного удару по ринковій стабільності, завдають фізичні та логістичні руйнування. Порушення безпеки на глобальних і регіональних транспортних маршрутах, знищення виробничих потужностей та обмеження доступу до сировинних ресурсів, змушують вітчизняний бізнес терміново переформатовувати свої рітейл-мережі. У минуле відходить модель мінімізації складських запасів на користь формуванню додаткових резервів та локалізації виробництва [5]. Це, у свою чергу, призводить до подорожчання кінцевої продукції, значне подовження термінів доставки та виникнення тимчасових дефіцитів, що може переформатовувати нішеві товарні ринки.

Паралельно з деформацією виробничих процесів, відбувається глибинна трансформація споживчого попиту. В умовах постійного стресу та кризових явищ, поведінка споживача стає вкрай нестабільною й важкопередбачуваною [2]. Клієнти схильні швидко змінювати свої пріоритети, віддаючи перевагу товарам першої потреби та цифровим сервісам, водночас скорочуючи витрати на товари довгострокового користування. Для бізнесу – це означає суттєве скорочення життєвого циклу товарів і послуг, а також необхідність впровадження гнучких інструментів аналітики для миттєвого реагування на будь-які коливання ринкової кон'юнктури.

Окремим критичним фактором є загострення ситуації на ринку праці, зумовлене демографічними зсувами та масштабними міграційними процесами. Масовий виїзд населення з небезпечних регіонів та зміна соціальних пріоритетів, спричиняють гостру нестачу як кваліфікованих фахівців, так і робітників базових професій [3]. Такий кадровий голод, змушує підприємства не лише переглядати системи мотивації та корпоративного навчання, а й максимально прискорювати автоматизацію й цифровізацію рутинних операцій. Використання штучного

інтелекту, роботизованих систем і хмарних рішень стає головним компенсаторним механізмом у умовах дефіциту людського ресурсу.

Для ефективного протистояння зовнішнім загрозам і забезпечення лідерства на вітчизняних ринках що трансформуються, бізнесу доцільно зосередитися на зазначених у табл. 1. стратегічних напрямках.

Таблиця 1.
Стратегічні вектори цифрової трансформації бізнес-моделей

Стратегічний напрям	Сутність та завдання	Ключові технологічні інструменти	Очікуваний ефект для бізнесу
1. Хмарна диверсифікація та резервування	Перенесення критичних даних і додатків на розподілені хмарні платформи для запобігання втраті інформації.	Гібридні хмари, мультихмарні архітектури, резервне копіювання.	Збереження операційної спроможності у разі фізичних або кібератак.
2. Предиктивне управління ланцюгами постачання	Моніторинг та прогнозування ризиків у постачанні в реальному часі для мінімізації збоїв.	Інтернет речей, блокчейн, алгоритми машинного навчання.	Зниження логістичних ризиків, оптимізація складських запасів.
3. Автоматизація та інтелектуалізація процесів	Заміна ручної праці та вразливих операцій автономними цифровими агентами.	Роботизація процесів, генеративний штучний інтелект, чат-боти.	Підвищення продуктивності праці, зниження впливу людського фактору.
4. Кіберстійкість та нульова довіра	Побудова багаторівневої системи захисту інформаційних ресурсів підприємства.	Управління доступом, шифрування даних, системи SIEM/SOC.	Захист інтелектуальної власності та конфіденційних даних клієнтів.

Джерело: розробка автора

Успішна реалізація вищенаведених напрямів з табл. 1., потребує не лише технологічних інвестицій, а й трансформації внутрішньої культури підприємств та впровадженню відповідних управлінських підходів:

– розвиток цифрових компетенцій персоналу, через проведення регулярного навчання працівників основам кібербезпеки та роботі з новими цифровими інструментами [1];

– гнучке фінансування, реалізоване через перехід від довгострокового жорсткого планування бюджетів, до гнучкого перерозподілу ресурсів на пріоритетні цифрові ініціативи, залежно від зміни безпекової ситуації;

– формування партнерських екосистем шляхом інтеграції бізнес-моделі підприємства з цифровими платформами партнерів, постачальників та клієнтів, задля спільного створення цінності та розподілу ризиків.

Висновок: Цифрова трансформація бізнес-моделей в умовах сучасних безпекових викликів і ринкової перебудови – це не просто елемент модернізації, а життєва необхідність виживання для підприємств в Україні. Впровадження хмарних технологій, штучного інтелекту, оновлених систем кібербезпеки високого рівня захисту даних та гнучкого управління ланцюгами постачання, дозволяє вітчизняним підприємствам мінімізувати наслідки криз та військових дій, забезпечити безперервність бізнес-процесів і створити підґрунтя для сталого розвитку в посткризовий і післявоєнний період відновлення економіки.

Список літератури

1. Девід М. Цифрова економіка та нові бізнес-моделі. Економічний огляд. 2021. № 13. С. 320-330.
2. Лісова Р. Інтеграція мереж та нові ринкові моделі. Сучасні бізнес-процеси. 2020. № 15. С. 60-70.
3. Любохимець Л. С., Шпуляр, Є. М. Цифрова трансформація національної економіки: сучасний стан та тренди майбутнього. Вісник Хмельницького національного університету. 2019. № 4. С. 213-217.
4. Масік Б., Владусик Л., Несіч С. Трансформація бізнес-моделей в цифрову епоху. Науковий вісник. 2021. № 16. С. 30-40.
5. Маффей А., Гран С., Нуур С. Цифровізація та ефекти відступу. Бізнес-інновації. 2020. № 14. С. 760-770.
6. Хома Д., Лопатовська О. Бізнес-моделювання розвитку підприємства: стратегічні аспекти. Modeling the development of the economic systems. 2022. № (1). С. 138-145.
7. Шостак Л., Більо І., Ульяницький А. Бізнес-моделі підприємства у цифрову епоху: зарубіжний досвід. Економіка та суспільство. 2024. № (60). DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-60-1546>.
8. Якушко І. Сутність та особливості цифрової трансформації. Проблеми і перспективи економіки та управління. 2022. № 4(28). С. 75-82.

ТРАНСФОРМАЦІЇ МЕНЕДЖМЕНТУ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Ткаченко Олена Георгіївна,

кандидат економічних наук, доцент
Маріупольський державний університет
м. Київ

Зростаючий рівень невизначеності умов функціонування соціально-економічних систем, вплив кризових явищ, геополітичних протистоянь, динамічні зміни в структурі світового і внутрішніх ринків зумовлюють посилення уваги до удосконалення менеджменту, його трансформації із врахуванням здатності не лише реагувати на зовнішні виклики, а й цілеспрямовано впливати на стан і траєкторію розвитку. Сучасний зовнішній контур є складним і багатофакторним комплексом, оскільки визначається динамічним поєднанням макроекономічних важелів, технологічних інновацій, нормативно-правових обмежень, інституційних умов і інших чинників. Аналіз ринкового середовища, який базується на формальних статистичних і економічних індикаторах, лише з формальної точки зору характеризує природу конкурентних відносин на ринку, але не розкриває умов конкуренції на ньому [1], що свідчить про потребу трансформації як підходів до оцінки зовнішніх впливів, так і до відповідної реакції на них задля забезпечення життєздатності соціально-економічних систем у жорстких сучасних ринкових реаліях.

Традиційні управлінські підходи в цих умовах виявляються недостатніми для розв'язання комплексних завдань розвитку соціально-економічних систем. Це зумовлює необхідність переходу від переважно реактивного управління наслідками кризових явищ до проактивного, тобто формування здатності систем не лише протистояти зовнішнім шокам, а й забезпечувати подальший розвиток. Така трансформація передбачає перехід до управління в умовах невизначеності, формування гнучких організаційних структур, застосування сценарного планування й інтегрованого управління ризиками. Водночас посилюється роль цифровізації управлінських процесів, використання штучного інтелекту (AI) та цифрових платформ для обґрунтування й прийняття управлінських рішень. Важливими чинниками трансформації стають також розвиток людського капіталу, адаптивного лідерства, ефективних комунікацій та організаційної культури, здатної підтримувати навчання, інноваційність і зміни, що розширює можливості суто адміністративних механізмів управління. Все це в цілому формує резильєнтність соціально-економічної системи, яка має розглядатися не як кінцевий стан, а як постійно відтворювана управлінська спроможність адаптуватися до змін, протистояти шокам, відновлюватися та використовувати кризові виклики як імпульс для трансформації і розвитку, що, в кінцевому результаті, забезпечує високий рівень конкурентоспроможності на ринку.

Комплексна система забезпечення резильєнтності соціально-економічної системи охоплює всі ключові підсистеми менеджменту, від верхнього стратегічного рівня до цифрових та мережевих інструментів. З огляду на це основні інструменти резильєнтності соціально-економічних систем доцільно систематизувати за основними сферами менеджменту(табл. 1).

Таблиця 1.

Сфери і інструменти забезпечення резильєнтності соціально-економічних систем.

Сфери менеджменту	Ключові інструменти та механізми	Ефект
Стратегічний менеджмент	Сценарне планування, стратегічна гнучкість, управління змінами, регулярне переглядання візії/місії	Здатність швидкої зміни напрямку та швидка адаптація бізнес-моделі
Ризик-менеджмент	Ідентифікація та картирування ризиків, stress-testing, резервування, диверсифікація, KRI (ключові індикатори ризику)	Раннє виявлення загроз та мінімізація втрат під час шоків
Фінансовий менеджмент	Фінансові резерви (ліквідні фонди), диверсифікація джерел фінансування, антикризове бюджетування, залучення грантів/інвестицій, касовий контроль	Збереження ліквідності та фінансової незалежності у критичні періоди
Організаційний менеджмент	Децентралізація повноважень, гнучкі структури (Agile/Cross-functional), Business Continuity Planning (BCP), крос-функціональні антикризові команди	Безперервність бізнес-процесів та висока швидкість прийняття рішень
HR-менеджмент	Розвиток компетентностей (upskilling/reskilling), кадровий резерв, психологічна та соціальна підтримка, ментальне здоров'я, крос-функціональна заміненість	Утримання талантів, зниження вигорання та висока залученість команди
Цифровий менеджмент та кібербезпека	Цифрові платформи, аналітика даних, AI-інструменти, цифрові системи моніторингу, хмарні рішення, кіберзахист та бекапування даних	Висока оперативність рішень на основі даних та захищеність інформаційних активів
Мережеве управління	Партнерства, кластеризація, кооперація, державно-приватна взаємодія, участь в екосистемах, соціальний капітал	Доступ до додаткових ресурсів та синергія із зовнішнім середовищем
Операційний та логістичний менеджмент	Диверсифікація ланцюгів постачання, локалізація ресурсів, ощадливе виробництво, дублювання критичних потужностей	Безперебійне постачання, виробництво та надання послуг за будь-яких умов

Джерело: побудовано автором за даними [2-4].

Слід відмітити, що резильєнтність не створюється одним інструментом, вона формується як результат комплексної взаємодії різних управлінських механізмів в різних сферах менеджменту. Так, в межах стратегічного менеджменту формується підхід, орієнтований на бачення декількох альтернативних сценаріїв майбутнього та швидко адаптацію стратегії без втрати орієнтирів. В межах

ризик-менеджменту увага зосереджена на процесах завчасного виявлення загроз, моделювання найгірших ситуацій та мінімізації втрат. В сфері фінансового менеджменту діяльність спрямовується на забезпечення ліквідності, формування фінансового «буферу безпеки» та гнучкість у розподілі ресурсів під час кризи. Організаційний менеджмент реалізує перехід до адаптивних структур управління, які зберігають працездатність і високу швидкість в прийнятті рішень в умовах невизначеності. HR-менеджмент фокусується на людському капіталі, забезпечені ментальної стійкості команди, взаємозамінності працівників та постійному розвитку нових навичок. Цифровий менеджмент формує технологічну основу для швидкої аналітики, автоматизації процесів та безпеки даних, а мережеве управління (екосистемне) - систему міцних зовнішніх зв'язків, даючи змогу спиратися на партнерів, спільні ресурси та державні і громадські інституції. Операційний та логістичний менеджмент відповідає за те, щоб бізнес-процеси, виробництво, постачання та доставка товарів чи послуг не зупинялися за жодних умов (навіть під час блекаутів, блокувань кордонів чи збоїв у підрядників).

Таким чином, формується нова парадигма управління, суть якої полягає у переході від логіки «відновлення після кризи» до «відновлення через трансформацію», що включає органічне поєднання антиципативного управління, інтеграцію стратегічного, ризик-менеджменту і антикризового управління в єдину систему прийняття рішень, розширення мережевих форм взаємодії і широке використання цифровизації і AI, формування організаційної культури, орієнтованої на резильєнтність, розвиток людського капіталу як стратегічного ресурсу адаптації, відновлення та подальшого розвитку, забезпечення безперервності, чіткості та гнучкості всіх внутрішніх операційних процесів і зовнішніх ланцюгів постачання організації.

Список літератури

1. Improving Approach to Conditions' Statistical Assessment for Ukraine Banking Sector Competitive Development Under the Foreign Banks Presence in the Financial Market / Y. Diatlova, L. Kuznetsova, M. Dielini et al. *Journal of Physics: Conference Series*. 2021. Vol. 1804, iss. 1. Art. 012142. DOI: 10.1088/1742-6596/1804/1/012142.
2. Бобринцев П. В. Управління резильєнтністю підприємств у контексті стратегічних викликів бізнес-середовища: теоретичний аспект. *Бізнес Інформ*. 2025. № 8. С. 333–342. URL: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2025-8-333-342>.
3. Маковоз О., Ус Ю. Резильєнтність підприємств як чинник забезпечення стратегічної стійкості бізнесу. Економічний аналіз. 2025. Том 35. № 2. С. 643-652. DOI: <https://doi.org/10.35774/econa2025.02.643>.
4. Ігнат'єва І. А., Ігнат'єв, О. І. Резильєнтність корпоративних підприємств в умовах трансформацій: концептуальний підхід. *Ринкова економіка: сучасна теорія і практика управління*. 2026. Том 25. № 2(63). URL: [https://doi.org/10.18524/2413-9998.2026.2\(63\).368655](https://doi.org/10.18524/2413-9998.2026.2(63).368655).

ІНСТИТУЦІЙНІ МЕХАНІЗМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ АУДИТУ В УКРАЇНІ : ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ДОСВІД І ВИКЛИКИ ЦИФРОВІЗАЦІЇ

Шестерняк Марія Михайлівна,

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

Батюк Олег Петрович

здобувач другого (магістерського) рівня
кафедри аудиту,
Західноукраїнський національний університет

Аудит є важливим інституційним механізмом забезпечення довіри до фінансової інформації, підвищення прозорості господарської діяльності та захисту інтересів користувачів фінансової звітності. В умовах трансформації економічних відносин його значення виходить за межі традиційного підтвердження достовірності звітних показників, охоплюючи оцінювання ризиків, удосконалення процедур контролю якості та забезпечення належного рівня професійної відповідальності.

Для України розвиток аудиту набуває особливого значення з огляду на євроінтеграційні процеси, необхідність адаптації національної нормативно-правової бази до міжнародних вимог, цифровізацію економіки та функціонування суб'єктів господарювання в умовах воєнного стану. Сукупність цих чинників зумовлює потребу в переосмисленні традиційних підходів до організації аудиторської діяльності й формуванні ефективної моделі професійного регулювання.

Водночас європейський досвід свідчить про те, що належний рівень розвитку аудиторської професії залежить не лише від формального запровадження міжнародних стандартів, а й від ефективності інституцій суспільного нагляду, дієвості систем управління якістю, професійної компетентності аудиторів і прозорості аудиторського ринку. Тому дослідження трансформації аудиту в Україні в контексті досвіду окремих зарубіжних країн має як теоретичне, так і практичне значення.

Становлення та розвиток аудиту в Україні відбуваються в умовах поступового наближення національної професійної практики до міжнародних стандартів і європейських підходів до регулювання. При цьому сучасний етап розвитку аудиторської діяльності характеризується переходом від переважно процедурного розуміння перевірки фінансової звітності до комплексного підходу, що передбачає забезпечення якості аудиторських послуг, належне

оцінювання ризиків, застосування професійного судження та використання сучасних аналітичних інструментів.

Однією з фундаментальних передумов ефективного функціонування інституту аудиту є належна якість аудиторських послуг. Вона формується під впливом взаємопов'язаних чинників: незалежності аудитора, рівня його професійної компетентності, дотримання етичних принципів, якості отриманих аудиторських доказів, обґрунтованості професійних суджень і результативності внутрішніх та зовнішніх механізмів контролю. З огляду на це, якість аудиту доцільно розглядати не як результат виконання окремих формальних процедур, а як комплексну характеристику професійної діяльності.

Особливе значення в цьому контексті має професійний скептицизм, який передбачає критичне оцінювання аудиторських доказів, уважність до суперечливої інформації та усвідомлення можливості суттєвого викривлення фінансової звітності. Як показують проведені наукові дослідження, його реалізація залежить не лише від знання стандартів, а й від етичних, когнітивних, поведінкових та організаційних чинників [1; 2]. Відповідно, підвищення якості аудиту потребує поєднання нормативних вимог із розвитком професійного мислення та формуванням належної організаційної культури аудиторських фірм.

Проведені дослідження теоретичних засад аудиту підтверджують, що особливого значення набуває його розгляд як складової системи управління підприємством. Так, зокрема, в окремій науковій праці обґрунтовано, що контроль і аудит забезпечують прозорість господарських процесів, підзвітність та інформаційну основу для прийняття управлінських рішень, а реалізація ризик-орієнтованого підходу сприяє своєчасному виявленню потенційних загроз і вдосконаленню управлінських процедур [3]. Такий підхід дає змогу розглядати підвищення якості аудиту не лише як завдання професійного нагляду, а і як необхідну передумову посилення ефективності системи управління та зміцнення довіри до фінансової інформації.

Важливим елементом сучасної системи регулювання є суспільний нагляд за аудиторською діяльністю. В Україні відповідні функції виконує Орган суспільного нагляду за аудиторською діяльністю (ОСНАД), діяльність якого охоплює, зокрема, моніторинг якості аудиторських послуг, розгляд питань професійної відповідальності та оприлюднення інформації про стан аудиторського ринку. Офіційні звіти ОСНАД за відповідні періоди створюють інформаційну основу для оцінювання функціонування професійного середовища та визначення проблем, які потребують регуляторного реагування.

Застосування дисциплінарних заходів і процедур контролю якості свідчить про важливість належного функціонування механізмів професійної відповідальності. Водночас результативність суспільного нагляду не повинна оцінюватися виключно за кількістю перевірок або застосованих санкцій. Визначальними критеріями мають бути здатність системи запобігати повторним порушенням, сприяти підвищенню якості аудиторських послуг, забезпечувати прозорість регуляторних процедур і зміцнювати довіру користувачів фінансової інформації.

Порівняльний аналіз зарубіжного досвіду дає змогу виокремити важливі орієнтири для вдосконалення української системи аудиту. Зокрема, у Польщі функціонує Польське агентство з нагляду за аудитом (Polish Agency for Audit Oversight, PANA), яке здійснює наглядові функції та оприлюднює інформацію про стан ринку аудиторських послуг, результати моніторингу й виявлені порушення [4; 5; 6]. Така практика демонструє значення регулярного публічного висвітлення результатів наглядової діяльності як інструменту забезпечення прозорості та інформованості учасників ринку.

У Великій Британії важливу роль у сфері регулювання аудиту та фінансової звітності відіграє Рада з фінансової звітності (Financial Reporting Council, FRC). Її досвід організації перевірок якості аудиту, професійного нагляду та публічного звітування становить інтерес для аналізу можливостей удосконалення української системи регулювання [7; 8; 9].

Водночас порівняння цих підходів не дає підстав для механічного перенесення окремих інституційних моделей в українське середовище. Доцільним є визначення спільних принципів, які можуть бути адаптовані до національних умов: незалежності наглядових органів, прозорості процедур, ризик-орієнтованого контролю якості, послідовного застосування професійної відповідальності та доступності інформації про результати наглядової діяльності.

Таким чином, європейський досвід слід розглядати не як універсальний зразок для копіювання, а як джерело обґрунтованих інституційних рішень, ефективність яких залежить від особливостей національної правової системи, структури аудиторського ринку та професійного середовища.

Наступним чинником трансформації аудиту є цифровізація. Розвиток інформаційних систем, автоматизованого аналізу даних, спеціалізованого програмного забезпечення та технологій штучного інтелекту створює можливості для розширення інформаційної бази аудиторської перевірки, оперативнішого виявлення аномалій і підвищення ефективності окремих процедур [10; 11; 12].

Проблематика технологічної модернізації аудиту перебуває в центрі уваги й вітчизняних науковців. Зокрема, у праці М. Шестерняк досліджено вплив інформаційних технологій на трансформацію аудиторської діяльності. Авторка обґрунтовує, що впровадження комп'ютерних аналітичних інструментів, автоматизація процедур та перехід на електронний документообіг оптимізують перевірки, підвищують їх точність і розширюють межі аналізу фінансових даних [13]. У сучасних реаліях цей напрям трансформується під впливом технологій штучного інтелекту. Це актуалізує потребу в синергії цифрових рішень із професійним судженням аудитора, а також посилює вимоги до кібербезпеки й чіткого розподілу відповідальності за результати автоматизованих процедур.

Застосування цифрових інструментів змінює не лише техніку виконання аудиторських процедур, а й вимоги до професійних компетентностей аудитора. Зокрема, зростає потреба у знаннях з аналізу даних, інформаційних систем, кібербезпеки та оцінювання надійності цифрових джерел інформації. Водночас

технологічна модернізація породжує нові ризики, пов'язані з якістю вихідних даних, захистом конфіденційної інформації, прозорістю алгоритмів та можливими помилками автоматизованого аналізу.

За таких умов принципового значення набуває розмежування технологічних можливостей і професійної відповідальності. Використання штучного інтелекту може підвищувати результативність аудиторської роботи, проте не усуває необхідності критичного оцінювання доказів, перевірки отриманих результатів і формування незалежного професійного судження. Тому цифрова трансформація аудиту має супроводжуватися розвитком методичного забезпечення, удосконаленням внутрішніх систем управління якістю та формуванням відповідних цифрових компетентностей фахівців.

Додаткові вимоги до професійної діяльності зумовлює функціонування українських підприємств в умовах воєнного стану. Воєнні ризики впливають на стан активів, безперервність господарських процесів, стабільність ланцюгів постачання, кадрове забезпечення та фінансові результати суб'єктів господарювання. Це ускладнює оцінювання аудиторських ризиків і підвищує значення належного обґрунтування висновків щодо фінансової звітності [14].

Особливої уваги потребує оцінювання припущення про безперервність діяльності підприємства, оскільки його обґрунтованість може істотно залежати від тривалості та характеру воєнних загроз, доступності ресурсів, можливостей відновлення діяльності й прогнозованих грошових потоків. Відповідно, аудитор має застосовувати ризик-орієнтований підхід, враховувати специфіку діяльності конкретного підприємства та належним чином документувати професійні судження.

Отже, сучасний розвиток аудиту в Україні визначається взаємодією інституційних, технологічних і макроекономічних чинників. Ефективна модель аудиторської діяльності має забезпечувати одночасне підвищення якості послуг, зміцнення професійної відповідальності, використання цифрових інструментів і здатність адаптуватися до умов невизначеності.

На підставі проведеного аналізу доцільно виокремити такі пріоритетні напрями розвитку аудиту в Україні:

1) *інституційне вдосконалення* – посилення незалежності, прозорості та результативності суспільного нагляду за аудиторською діяльністю;

2) *підвищення якості аудиту* – розвиток внутрішніх систем управління якістю, дотримання етичних принципів і посилення професійного скептицизму;

3) *цифрова трансформація* – розширення використання інструментів аналізу даних та автоматизації за умови належного контролю результатів;

4) *розвиток людського капіталу* – забезпечення безперервного професійного навчання, формування цифрових компетентностей і вдосконалення аналітичного мислення аудиторів;

5) *міжнародна гармонізація* – адаптація національної практики до міжнародних стандартів і використання ефективних механізмів європейського регулювання з урахуванням українських умов;

б) *адаптація до ризиків невизначеності* – удосконалення процедур оцінювання ризиків, безперервності діяльності та достовірності фінансової інформації в умовах воєнного стану.

Реалізація зазначених напрямів передбачає системний підхід, за якого нормативне регулювання, професійна підготовка, технологічне забезпечення та інституційний нагляд розвиваються узгоджено. Саме така взаємодія створює передумови для зміцнення довіри до аудиторської професії та підвищення надійності фінансової інформації.

Список літератури

1. Москаль Н. В. Перешкоди у застосуванні професійного скептицизму у практиці аудиту. *Економіка. Фінанси. Право*. 2022. № 12(1). С. 21-24. URL: <https://efp.in.ua/uk/journal-article/993>
2. Москаль Н. В. Роль професійного скептицизму у забезпеченні якості аудиту: етичний, когнітивний та поведінковий виміри. *Acta Academiae Beregsasiensis. Economics*. 2025. № 10. С. 416-431. URL: <https://aab-economics.kmf.uz.ua/aabe/article/view/332>
3. Шестерняк М.М. Контроль і аудит в системі управління. *Сталий розвиток економіки*, Вип. № 4 (55), 2025. С. 188-196. URL: <https://economdevelopment.in.ua/index.php/journal/article/view/1408>
4. Polish Agency for Audit Oversight. Annual Report 2025. Warsaw, 2026. URL: <https://pana.gov.pl/sprawozdanie-roczne-pana-za-2025-r/> (дата звернення: 21.10.2026)
5. Polish Agency for Audit Oversight. Report on monitoring the market for services provided by statutory auditors and audit firms for 2025. Warsaw, 2026. URL: <https://pana.gov.pl/sprawozdanie-z-monitorowania-ryнку-usług-swiadczonych-przez-biegłych-rewidentów-i-firmy-audytorskie-za-2025-rok/> (дата звернення: 21.10.2026)
6. Polish Agency for Audit Oversight. Summary of irregularities identified in inspections conducted by PANA in 2024-2025. 2026. URL: <https://pana.gov.pl/podsumowanie-nieprawidłowości-stwierdzonych-w-kontrolach-przeprowadzonych-w-pana-w-latach-2024-2025-wybrane-zagadnienia/> (дата звернення: 21.10.2026).
7. Directive 2006/43/EC of the European Parliament and of the Council of 17 May 2006 on statutory audits of annual accounts and consolidated accounts. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2006/43/2026-03-18/eng> (дата звернення: 21.10.2026).
8. Financial Reporting Council. Annual Report and Accounts 2024/25. London, 2025. URL: <https://www.frc.org.uk/about-us/reports-plans-and-budgets/annual-report-and-accounts/> (дата звернення: 21.10.2026).
9. Financial Reporting Council. Audit Quality Review. URL: <https://www.frc.org.uk/> (дата звернення: 21.10.2026).
10. Панасюк В. М., Кулик Р. Інтеграція штучного інтелекту у систему аудиту України: національні особливості та європейський вектор. Економічний аналіз. 2025. Т. 35, № 3. С. 11-22. URL: <https://doi.org/10.35774/econa2025.03.011>

11. Панасюк В. М. Штучний інтелект як інструмент підвищення ефективності аудиторських перевірок в Україні. Ефективна економіка. 2025. № 11. URL: <https://nayka.com.ua/index.php/ee/article/view/8089/8221>
12. Закон України «Про бухгалтерський облік та фінансову звітність в Україні» від 16.07.1999 р. (Відомості Верховної Ради (ВВР), 1999, № 40, ст.365), (із змінами і доповненнями), поточна редакція від 01.04.2026 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/996-14#Text>
13. Шестерняк М.М. Вплив інформаційних технологій на розвиток аудиторської діяльності. *Облік, оподаткування і контроль: теорія та методологія*: матеріали XIII Всеукр. наук.-практ. дистанційної конференції (м. Тернопіль, 6 грудня 2024 р.). Тернопіль: ЗУНУ, 2024. С. 56-59. URL: <https://surl.li/xxasmm>
14. Мустеца І. Аудиторська діяльність в умовах воєнного стану: проблеми, виклики, шляхи вирішення. Вісник Чернівецького торговельно-економічного інституту. 2023. № 2(90). URL: <http://rps.chtei-knteu.cv.ua:8585/jspui/bitstream/123456789/1779/1/VISNIK%20CHTEI%202023.p>

СУЧАСНИЙ ВИМІР МІЖДИСЦИПЛІНАРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ: ВІД ТЕОРІЇ ДО ПРАКТИКИ У ВИКЛАДАННІ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ ДЛЯ СТУДЕНТІВ НЕМОВНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ

Канюк Олеся

Старший викладач
кафедри іноземних мов
Ужгородського університету

Дідо Наталія

Старший викладач
кафедри іноземних мов
Ужгородського університету

Сучасний етап розвитку вищої освіти характеризується інтенсивною інтеграцією України до європейського освітнього та наукового простору, швидкою цифровізацією виробничих процесів і трансформацією вимог роботодавців до випускників закладів вищої освіти (ЗВО). Для фахівців немовних спеціальностей — майбутніх інженерів, IT-спеціалістів, медиків, юристів, економістів — володіння іноземною мовою перестало бути виключно маркером загальної освіченості. Сьогодні англійська мова є безпосереднім інструментом фахової діяльності, трансферу інновацій та міжнародної дослідницької взаємодії.

Традиційна монодисциплінарна модель викладання мови (вивчення ізольованих граматичних правил та загальновживаної лексики без зв'язку з професійним контекстом) виявляє свою неефективність у підготовці здобувачів немовних факультетів. Виникає нагальна потреба в методологічному переосмисленні курсу **ESP** (*English for Specific Purposes* — англійська мова за професійним спрямуванням) на засадах міждисциплінарності[6]. Міждисциплінарний підхід передбачає органічний синтез лінгвістики, педагогіки, когнітивної психології, цифрових технологій та конкретної профільної галузі знань, що забезпечує перехід від абстрактного вивчення мови до її використання в реальній прикладній практиці.[2, 8]

Теоретичний фундамент: міждисциплінарна еволюція лінгводидактики

Теоретичне обґрунтування міждисциплінарності в навчанні іноземних мов базується на взаємодії кількох наукових концепцій:

1. **Теорія дискурсивних спільнот (Discourse Communities):** Згідно з дослідженнями Джона Свейлза (*John Swales*)[10] та Кена Хайленда (*Ken Hyland*),[9], кожна професійна сфера має власну систему мовленнєвих конвенцій, типову жанрову структуру (звіти, технічні документації, протоколи, кейс-стаді)

та прагматичні правила аргументації. Вивчення мови поза цим дискурсом не формує у студента здатності взаємодіяти у професійному полі.

2. Предметно-мовне інтегроване навчання (CLIL — Content and Language Integrated Learning): Методологія, сформована Девідом Маршем (*David Marsh*) та Долорес Койл (*Do Coyle*), згідно з якою зміст профільної дисципліни виступає змістовним ядром, а іноземна мова — засобом когнітивного осмислення та комунікації.

3. Концепція цифрової та медійної грамотності: Сучасна прикладна лінгводидактика розглядає мову як медіум взаємодії в цифрових середовищах [1, 11], що вимагає залучення методів інформатики (робота з корпусами, алгоритмізація тексту, запити до штучного інтелекту).

Таким чином, у системі немовної вищої освіти дисципліна набуває статусу інтегрованого навчального комплексу, де мовні вміння формуються через зміст фаху, а фахова компетентність поглиблюється за рахунок доступу до англомовних джерел.

Практичний вимір: ключові вектори міждисциплінарної взаємодії

1. Тандемне викладання (Team-Teaching) та інтегровані курси

Класична проблема викладача ESP на немовних факультетах — відсутність глибокої експертизи у фаховій дисципліні (наприклад, у мікроконтролерах, органічній хімії чи цивільному праві). Ефективним практичним рішенням є синергія кафедр іноземних мов та фахових кафедр:

- **Колаборативне планування силабусів:** спільне узгодження тематики практичних занять із темами профільних дисциплін поточного семестру.

- **Бінарні семінари та практичні заняття:** проведення практичних кейсів за спільної участі профільного викладача (оцінює коректність інженерного чи економічного розрахунку) та викладача англійської мови (оцінює прагматику, точність терміновживання та академічний стиль презентації).

- **Спільне наукове керівництво:** підготовка англомовних тез, постерних доповідей або курсових проєктів за фахом для міжнародних студентських конференцій.

2. Використання корпусних технологій та Data-Driven Learning (DDL)

Практика доводить, що студенти інженерних та ІТ-спеціальностей набагато краще сприймають навчання мови через алгоритмічний та емпіричний аналіз даних, ніж через механічне заучування:

- **Корпусні дослідження колокацій:** використання спеціалізованих корпусів (наприклад, *COCA*, *British National Corpus*) та конкордансерів (*AntConc*) для аналізу сполучуваності фахових дієслів із технічними іменниками (наприклад, відмінність у функціонуванні *run the test*, *execute the script*, *conduct an analysis*).

- **Створення DIY-корпусів (Do-It-Yourself Corpora):** студенти самостійно збирають 30–50 фахових статей за вузькою темою свого дослідження, завантажують у конкордансер і виокремлюють реальний частотний термінологічний список замість застарілих словників.

- **Аналіз граматичних структур професійного реєстру:** вивчення переважного використання пасивного стану в описі методології експерименту, модальних дієслів для вираження ймовірності чи інфінітивних конструкцій у технічних вимогах.

3. Генеративний штучний інтелект як міждисциплінарний фасилітатор

Інтеграція інструментів штучного інтелекту (LLM) у навчальний процес студентів немовних спеціальностей вимагає формування особливого типу грамотності[1, 4]:

- **Розвиток Prompt Engineering як мовленнєвої компетенції:** успішне формування складного промту англійською мовою вимагає від студента точного підбору лексики, задання ролі (рольова прагматика), чітких обмежень за стилем та структурою відповіді.

- **Критичне пост-редагування та верифікація:** завдання студента полягає не в генерації готового тексту за допомогою ШІ, а у виявленні фактологічних «галюцинацій», аналізі штучності мовленнєвих зворотів та стилістичній адаптації тексту під канони академічної статті.[3].

- **Симуляція фахової взаємодії:** використання ШІ-агентів для рольових ігор: моделювання співбесіди на позицію Junior Developer, консультація «віртуального замовника» з формулювання вимог до проєкту або аргументація пропозицій під час ділових переговорів.

Виклики переходу від теорії до практики та шляхи їх вирішення

Реалізація міждисциплінарної парадигми в освітньому процесі немовних спеціальностей пов'язана з подоланням низки типових бар'єрів:

1. **Асиметрія мовної підготовки студентів однієї групи:** значна диференціація рівня знань (від A2 до B2+) ускладнює роботу над складними профільними текстами.

Рішення: впровадження багаторівневих цифрових завдань, використання адаптивних платформ та розподіл ролей у проєктних групах (наприклад, пошук даних, технічний розрахунок, лінгвістичне оформлення презентації).

2. **Інституційна фрагментація:** автономність кафедр іноземних мов та фахових кафедр обмежує спільне методичне планування.

Рішення: запровадження міжфакультетських робочих груп для створення наскрізних навчальних планів та взаємне рецензування силабусів.[2].

3. **Ризик формалізму під час використання цифрових інструментів:** зведення роботи до копіювання відповідей автоматичного перекладу або штучного інтелекту.

Рішення: перенесення контролю на усні пітчінги проєктів, дебати, аналітику помилок та пояснення логіки технічних рішень наживо.[4].

Висновки

Міждисциплінарні дослідження та їхня практична імплементація у викладанні англійської мови для студентів немовних спеціальностей докорінно змінюють статус дисципліни. Англійська мова перестає бути додатковим непрофільним предметом і перетворюється на інтегративне ядро підготовки сучасного фахівця. Синергія профільного знання, предметно-мовного підходу

(CLIL), корпусних інструментів та технологій штучного інтелекту забезпечує формування високого рівня академічної мобільності, конкурентоспроможності випускників та їхньої готовності до повноцінної інтеграції у світову науково-професійну спільноту.

Список літератури

1. Биков В. Ю., Спірін О. М., Пінчук О. П. Проблеми та перспективи цифровізації освіти в Україні в контексті інтеграції до європейського освітнього простору. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2020. Т. 77, № 3. С. 1–17.
2. Вапнярчук О. І. Міждисциплінарний підхід як сучасний тренд вищої освіти: теоретико-методологічний аспект. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*. 2021. № 4 (108). С. 112–121.
3. Ковальчук В. О. Інтеграція цифрових технологій у процес викладання іноземних мов професійного спрямування. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 5: Педагогічні науки*. 2022. Вип. 88. С. 94–99.
4. Bates T. *Teaching in a Digital Age: Guidelines for designing teaching and learning*. 3rd ed. Vancouver, BC: Tony Bates Associates Ltd, 2022. 540 p.
5. Coyle D., Hood P., Marsh D. *CLIL: Content and Language Integrated Learning*. Cambridge: Cambridge University Press, 2010. 184 p.
6. Dudley-Evans T., St John M. J. *Developments in English for Specific Purposes: A multi-disciplinary approach*. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. 301 p.
7. Flowerdew L. *Corpora and Language Education*. London: Palgrave Macmillan, 2012. 248 p.
8. Frodeman R., Klein J. T., Mitcham C. *The Oxford Handbook of Interdisciplinarity*. 2nd ed. Oxford: Oxford University Press, 2017. 624 p.
9. Hyland K. *Disciplinary Discourses: Social Interactions in Academic Writing*. Ann Arbor: University of Michigan Press, 2004. 232 p.
10. Swales J. M. *Genre Analysis: English in academic and research settings*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. 260 p.
11. Warschauer M., Matuchniak T. New technology and digital worlds: Analyzing evidence of equity in access, use, and outcomes. *Review of Research in Education*. 2010. Vol. 34, No. 1. P. 179–225.

ЛОГОРИТМІКА В СИСТЕМІ РОБОТИ З ДІТЬМИ ДОШКІЛЬНОГО ВІКУ З МОВЛЕННЄВИМИ ПОРУШЕННЯМИ

Мандзюк Ольга Сергіївна

вихователь-методист

музичний керівник

м. Чернігів, ЗДО 71

На сучасному етапі розвитку суспільства значно посилилася увага до якості й доступності освіти для дітей з особливими освітніми потребами, зокрема дітей з мовленнєвими порушеннями. Усі учасники освітнього процесу об'єднані однією метою – створення оптимальних умов для повноцінного розвитку дітей та задоволення потреб для їх самореалізації. Процес соціалізації дітей з порушенням звуковимови є дуже актуальним в теоретичному і практичному відношенні, та потребує розв'язання багатьох завдань для ефективної адаптації осіб з особливими освітніми потребами. Однією із складових даного процесу є корекція мовлення дітей засобами логоритміки. [1–3]

Формування мовленнєвої компетентності є одним із пріоритетних завдань всебічного гармонійного розвитку дитини у закладі дошкільної освіти. На жаль, на сьогоднішній день кількість дітей, які мають мовленнєві порушення, збільшилася порівняно з попереднім десятиліттям і має тенденцію до подальшого зростання. Так, порушення звуковимови спостерігається у 42%

дітей дошкільного віку, причому існує стійка тенденція до збільшення цього показника. [1, 3]

Діти з мовленнєвим порушенням, що становлять наповнюваність логопедичних груп дошкільних освітніх закладів є складною і різнорідною групою як за тяжкістю прояву дефектів, так і за природою його виникнення. Перелік цих факторів, а також знання системи логоритмічної роботи та вміле застосування засобів та методів колекційної роботи сприяють більш швидкому та ефективному подоланню мовленнєвих порушень у дітей. [1–3]

Логоритміка – це низка вправ, завдань, ігор, що поєднує в собі музику, рухи, музику і слово, музику, слово і рухи. І все це направлене на вирішення корекційних, освітніх, а також оздоровчих задач. [2, 4, 5]

В результаті рішення оздоровчих завдань у дітей з мовленнєвими порушеннями зміцнюється кістково-м'язовий апарат, розвиваються дихання, моторні, сенсорні функції, виховується почуття рівноваги, правильна осанка, хода, грація рухів. [2, 3, 5]

Здійснення освітніх завдань сприяє формуванню рухових навичок і умінь, просторовому представленні і здатності довільно пересуватися в просторі відносно інших людей і предметів; розвитку спритності, сили, витривалості, координації рухів. [2, 3, 5]

Корекційні завдання сприяють розвитку мовної моторики для формування артикуляційної бази звуків, фізіологічного і фонаційного дихання; формування і закріплення навичку правильного вживання звуків у різних формах і видах мовлення, у всіх ситуаціях спілкування, виховання зв'язку між звуком і його музичним чином, буквеним позначенням; формування, розвиток і корекція слухо-зорово-рухової координації [2, 3, 5]

Логоритміка пов'язана з різними видами музичної діяльності: співи, слухання музики, музично-ритмічні рухи, гра на дитячих музичних інструментах. [4, 5]

Співи – включають в себе вправи та підспівки для тренування периферичного відділу мовного апарату а також вправи для розвитку дрібної моторики, ігри зі співами, координацію співів і рухів. [2, 4, 5]

Сприйняття музики (слухання) – використовується для релаксації для активізації і розвитку слухової уваги а також розвитку вольових рис характеру. [4, 5]

Музично-ритмічні рухи – мають на увазі вправи, ігри зі співами та словом, інструментальні ігри для розвитку уваги, пам'яті, координації рухів, орієнтації у просторі, почуття ритму, тощо. [4, 5]

Гра на музичних інструментах – допомагає розвитку почуття ритму та дрібної моторики. Музичним іграшкам і дитячим інструментам відводиться особлива роль, так як вони втягують дитини в сферу музики, допомагають розвивати його творчі здібності. [4, 5]

Підсумовуючи вище сказане, можемо зробити висновок, що саме логоритміка являє собою один із засобів подолання порушення мовлення у дітей дошкільного віку. Крім того, на сучасному етапі розвитку дошкільної логопедії логоритміка є необхідною для всебічного розвитку дитини, оскільки має великий вплив на її розумовий, фізичний і психічний стан. [1–5]

Основний принцип побудови вправ з логоритміки – тісний зв'язок рухів з музикою, поєднання ритму з мовним матеріалом. Слово може бути використане у різноманітних формах. Це й тексти пісень, хороводів, драматизації з піснями, інсценування на задану тему. Використання слів дає можливість створювати цікаві логопедичні ігри та забави, які поєднують ритми у віршовані форми. Діти сприймають логоритмічні вправи з емоційним задоволенням. [4, 5]

Отже, ефективність використання новітніх підходів у корекційно-освітньому процесі залежить від якісної взаємодії дорослих, що знаходяться поряд з дітьми. Позитивний емоційний настрій педагогів, уміння створити атмосферу радості й доброзичливості, радіти разом з дитиною навіть незначному досягненню, дає кожній дитині можливість саморозкриття, самовираження та подолання труднощів. [1, 3]

Список літератури

1. Брушневська І. Закономірності розвитку дітей дошкільного віку з порушеннями мовлення. Педагогічний часопис Волині. 2016. № 1. 70-75 с.
2. Логопедія: підручник / М. К. Шеремет [та ін.]. Київ : Слово, 2010. 665 с.

3. Рібцун Ю. В. Дитина з порушеннями мовленнєвого розвитку. Харків: Ранок, 2018. 40 с.
4. Садовенко С. Музична логоритміка: практикум для вихователів і музичних керівників. Дошкільне виховання. 2018. № 7. С. 14-18.
5. Тисленко С. Ю. Використання логоритміки у корекційній роботі з дітьми з мовленнєвими порушеннями. Миколаїв, 2022, 1-4 с.

FROM TURKISTAN TO MAMLUK EGYPT: THE HISTORICAL AND INTELLECTUAL SETTING OF HIBATULLAH AL-TURKISTANI (1272–1333)

Kadyr Ilyas

Phd student, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

Zhamashev Azamat

PhD, Acting Associate Professor

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

Abstract

This article examines the historical, political, and intellectual environment in which Hibatullah al-Turkistani (1272–1333), a medieval Hanafi scholar of Central Asian origin, lived and developed his scholarly career. Particular attention is given to the political transformations of thirteenth-century Turkistan, the consequences of the Mongol invasions, and the emergence of Damascus and Cairo as major centers of Islamic learning under Mamluk rule. The study aims to contextualize al-Turkistani's intellectual development within the broader processes of scholarly migration and the transmission of Islamic knowledge between Central Asia and the Middle East. Employing historical-descriptive and contextual methods, the research draws on medieval historical accounts, biographical dictionaries, and modern scholarly literature. The analysis indicates that political instability in Central Asia coincided with the expansion of educational institutions and scholarly networks in Mamluk territories, creating opportunities for the movement of scholars and the exchange of intellectual traditions. Al-Turkistani's educational activities and his association with the Hanafi-Maturidi tradition illustrate the continuity of Central Asian Islamic scholarship within the wider intellectual landscape of the medieval Islamic world. The article contributes to understanding the relationship between political circumstances, scholarly mobility, and the preservation and transmission of religious knowledge.

Keywords: Hibatullah al-Turkistani, Hibatullah al-Tarazi, Hanafi school, Maturidism, Turkistan, Mamluk Sultanate, Islamic intellectual history, scholarly migration.

Introduction

The intellectual development of the medieval Islamic world was closely connected with political transformations, scholarly migration, and the expansion of educational institutions. During the thirteenth century, the Mongol invasions disrupted major centers of Islamic learning in Central Asia, encouraging scholars to migrate to regions such as Syria and Egypt, where the Mamluk Sultanate provided opportunities for education and scholarly activity [1–3].

Hibatullah al-Turkistani (1272–1333), a Hanafi-Maturidi scholar originally from Taraz, represents an important example of this intellectual movement. Having continued his education in Damascus and later taught in Egypt, his scholarly career illustrates the transmission of Central Asian Islamic traditions into the broader intellectual environment of the Mamluk period [1].

This article examines the political, social, and intellectual circumstances surrounding al-Turkistani's life, focusing on medieval Turkistan, Mamluk Syria and Egypt, and the development of Islamic educational institutions. Using historical-descriptive and contextual methods, the study seeks to clarify the relationship between political change, scholarly mobility, and the continuity of Hanafi-Maturidi intellectual traditions

1. The political and social setting of Turkistan

In the thirteenth century, the Turkistan region was closely connected with the political transformations of the Mongol Empire. Following the fragmentation of imperial authority, the Chagatai domain emerged as a major political unit extending across parts of Central Asia. Its territory included the regions of the Irtysh, Ili and Talas rivers, together with the settled centers of Transoxiana and Kashgar. Boundaries shifted as the balance of power changed, while the khans maintained a formal relationship with the imperial center. Local governance was also complicated by arrangements through which the Great Khan appointed administrators to the cities. [2, 3, 4]

Transoxiana (Ma wara' al-nahr), the lands beyond the Oxus or Amu Darya, had long been a major center of Islamic learning. The region's scholarly and commercial networks linked Turkic-speaking populations with wider Islamic intellectual traditions. Taraz, associated with the Talas River and situated in present-day Kazakhstan, belonged to this cultural landscape. The interaction of urban scholarship, regional commerce and political authority forms an essential background to al-Turkistani's early life. [1, 3]

The position of Taraz is significant in two respects. First, its location near the Talas River placed it within the network of Central Asian settlements mentioned in Arabic and Persian geographical writing. Second, its political environment differed from that of Damascus and Cairo, which would later become central to Hibatullah's education and employment. The modern name Taraz was restored in 1997 after the city had been known as Aulie-Ata and subsequently Dzhambul. These geographical names should not be mistaken for separate cities in biographical research; they refer to the same historical locality through different periods. [1]

Galmamatov places the scholar's birth in 671 AH/1272 CE, during the rule of Nikbay Khan, and describes the insecurity arising from warfare between Chagatai and Ilkhanid forces. Bukhara, one of the leading intellectual centers, suffered from military attacks and destruction. Such conflicts could undermine the institutional conditions on which scholarly communities depended and contribute to the movement of teachers and students toward safer territories. In this reading, the westward journey of Hibatullah al-Turkistani can be situated within a broader movement of scholars away from Central Asian instability, although the surviving passage does not provide a precise date for his departure. [1, 2]

Later, the period of Duwa Khan brought measures of consolidation and the repair of some educational institutions in Bukhara. The gradual adoption of Islam by rulers of the Chagatai sphere also affected religious life. The source mentions Mubarak Shah and Baraq Khan among the earliest Muslim rulers of the dynasty, followed by Tarmashirin Khan, whose religious practices and Turkish speech were noted by Ibn Battuta. The traveler presents Tarmashirin as a ruler who attended communal prayers and maintained links with the wider Islamic world. His eventual deposition illustrates the continuing contest between political authority, customary expectations and religious identity. [2, 5]

The religious transition was neither uniform nor immediate. Baraq Khan reportedly adopted Islam in 669 AH/1270 CE and took the title Ghiyath al-Din. The sources quoted by Galmamatov do not identify the scholars responsible for teaching Islam to Mubarak Shah or Baraq. He also distinguishes a figure named Haybatullah, mentioned in a different historical context, from Hibatullah al-Turkistani on chronological grounds. This caution is important: similarities in medieval personal names cannot by themselves establish that two records refer to the same person. [1, 2]

These developments do not establish a single, demonstrable cause for al-Turkistani's migration. They do, however, provide a historical explanation for the attractiveness of established educational centers in Syria and Egypt. Galmamatov connects this political environment to the transmission of Central Asian Hanafi scholarship into the western Islamic lands, where the migrant scholar pursued advanced study and later teaching. [1]

2. Mamluk Syria and Egypt: politics and society

The second major setting of al-Turkistani's life was the Mamluk sultanate, whose territories included Damascus and Cairo. Following the Mongol invasions and the Crusader conflicts, these cities became especially significant as centers of political authority and religious education. Mamluk rulers sought legitimacy through military success, religious patronage and the restoration of an Abbasid caliphal presence in Cairo. Sultan Baybars supported a ceremonial Abbasid caliphate, while effective government remained with the Mamluk ruler. Al-Turkistani's arrival in the region belongs to the period after Baybars, when political competition and intermittent war continued to affect society. [1, 6]

The decision to restore the Abbasid caliphate in Cairo had a practical dimension. Baybars attempted to reinforce the legitimacy of his reign and the solidarity of the polity against external enemies. An Abbasid claimant was invited and recognized as caliph, but the ceremonial office did not displace the sultan's command of military and political affairs. The contrast between symbolic religious legitimacy and actual executive power helps explain the place that jurists and theologians occupied in the social order. [6]

Mamluk social organization was marked by a distinction between the ruling military establishment and the wider population. Military elites controlled much of the administration and economic power, whereas scholarly specialists held judicial, religious and certain bureaucratic positions. Chief judges, professors and other senior institutional figures could be appointed directly by the sultan. Such arrangements

allowed scholars a recognized public role, although their work was also embedded in the patronage and politics of the ruling order. [7]

Qalawun and his successors strengthened Mamluk control over Syria, and the reigns of al-Nasir Muhammad were closely connected with the continuing Ilkhanid challenge. In the late thirteenth and early fourteenth centuries, Syria witnessed military campaigns and periods of displacement. The battle in the Wadi al-Khaznadar region and subsequent struggles affected Damascus, while the Mamluks later reasserted their position. Historical chronicles also record the participation of religious scholars in public discussion and military mobilization. Ibn Kathir's account situates leading scholars, including Ibn Taymiyya, within this unsettled political environment. [6, 8]

Galmamatov's historical outline describes an episode in which the Mamluk ruler sought additional funds to equip troops after a military setback. The jurist Ibn Daqiq al-'Id is reported to have opposed taking money from the population until rulers and soldiers themselves contributed their own resources. The story is presented as an example of the capacity of religious scholars to intervene in public discussions about justice, taxation and war. It does not imply that learned criticism always prevailed over the demands of the ruling elite. [1, 8]

The conflict of 702 AH/1303 CE, in which Mamluk forces defeated a coalition led by the Ilkhanid commander Qutlugh Shah, was a turning point in regional security. Subsequent diplomatic relations fluctuated as Ilkhanid policies changed. Under al-Nasir Muhammad's third reign, Cairo benefited from significant institutional and architectural patronage. Mosques, madrasas, hospices and other public buildings multiplied, and rulers extended material support to religious learning. Thus, even though the Mamluk realm experienced war, epidemics and internal unrest, its major cities retained considerable power to attract scholars. [1, 7, 8]

The religious environment was varied. The four Sunni legal schools were represented in the judiciary; Hanafi, Maliki, Shafi'i and Hanbali judges could exercise jurisdiction within their respective schools. Sufi traditions remained influential, and debates involving jurists, theologians, philosophers and Sufis formed part of the intellectual scene. The presence of multiple traditions did not mean that every doctrine received equal official acceptance, but it contributed to an active culture of teaching and controversy. [7]

Religious and intellectual disagreement was visible in the reception of different theological and Sufi ideas. The writings of Ibn 'Arabi and Ibn al-Farid retained influence, while Ibn Taymiyya strongly criticized doctrines associated with various sectarian, philosophical and mystical schools. Such debates occurred alongside the everyday work of judges, teachers and institutional patrons. For a jurist-theologian linked to the Hanafi-Maturidi tradition, Damascus and Cairo therefore presented both opportunities for scholarship and a wider arena of doctrinal controversy. [1, 7]

3. Intellectual life and the transmission of learning

The Mongol invasions seriously disrupted the institutions and scholarly communities of eastern Islam. The transfer of teachers, students and texts to Anatolia, Syria and Egypt was one of the important consequences of this disruption. Mamluk territories offered relative security, endowed colleges and opportunities for learned

employment. Cairo and Damascus gained prominence as intellectual centers at a time when earlier centers such as Baghdad had been weakened. Galmamatov interprets al-Turkistani's career as part of this larger movement of learning across regions. [1, 3]

Migration involved scholars not only from the eastern Islamic lands but also from North Africa and al-Andalus. This geographical diversity enriched the educational life of Mamluk cities. Their institutional networks drew on earlier Ayyubid foundations and grew further through the initiatives of sultans, military commanders, merchants and charitable donors. Mosques, madrasas, Sufi lodges and other learning spaces supported the transmission of religious sciences and the continuation of scholarly lineages. [9]

The historical topography of Mamluk education can be traced through works such as al-Maqrizi's *Khitat* and al-Nu'aymi's study of the madrasas of Damascus, both of which are cited in Galmamatov's account. These sources describe educational foundations and the institutional settings in which students and teachers operated. The sources also indicate the close relationship between urban patronage and scholarly careers. They help explain how a scholar from Turkistan might find a place in a learned community of the western Islamic world. [1, 10, 11]

The period was notable for the production of commentaries (*shuruh*), glosses (*hawashi*), annotations (*ta'liqat*) and abridgments (*mukhtasarat*) of earlier works. Rather than being treated only as repetition, these literary forms constituted important mechanisms for transmitting, teaching and debating a shared curriculum. Theological and legal texts were read through chains of teachers, revised in commentary and incorporated into the education of later generations. Galmamatov specifically situates early commentarial activity surrounding al-Tahawi's creed within this intellectual milieu. [1]

Elementary instruction took place in schools of different types. Some institutions relied upon tuition paid by families; others were maintained through endowments or the support of rulers and donors. Educational provision was also made for orphans and children from families with limited resources. Beyond elementary schools, madrasas and mosques provided more advanced instruction. This graduated network of institutions supported both the training of new students and the scholarly work of established teachers. [7]

The sources distinguish privately organized elementary schools, whose teachers were often remunerated by pupils' parents, from schools sustained through public patronage or pious foundations. Institutions known as *makatib al-aytam* were designed primarily for orphans, although children of poorer households and of soldiers could also attend. The period of elementary learning normally began after about seven years of age and extended toward adolescence, with the duration adjusted to each pupil's abilities. This educational base supplied later generations of students who could proceed to the more specialized madrasa environment. [1, 7]

The growth of institutions should not be interpreted as the absence of intellectual restriction. Galmamatov notes that Mamluk rulers tended to favor scholarship associated with the four Sunni legal schools, while certain philosophical and theological orientations faced opposition. Nonetheless, the proliferation of colleges and

the sustained production of learned literature supported a vigorous culture of instruction. The emphasis on the expansion and diffusion of knowledge is central to his characterization of the period. [1]

4. Hibatullah al-Turkistani: identity and scholarly position

Biographical works identify the scholar as Hibatullah ibn Ahmad ibn Mu‘alla ibn Mahmud al-Tarazi, with the honorific Shuja‘ al-Din. The nisbas al-Tarazi and al-Turkistani connect him, respectively, to his city and to the wider region of origin. His recorded dates are 671–733 AH/1272–1333 CE. Galmamatov observes discrepancies in some later biographical compilations and prefers the dates that appear consistently across the majority of the notices he consulted. The article cites the Hanafi biographical dictionary al-Jawahir al-mudiyya by al-Qurashi and al-Fawa'id al-bahiyya by al-Laknawi among the relevant sources. [1, 12, 13]

He received further education in Damascus and later taught at the Zahiriyya madrasa in Egypt. The surviving excerpt begins to discuss his Damascene teachers but ends before completing that section, so it cannot establish a full list of masters, students or works on its own. The broader 2018 article places him within the Hanafi-Maturidi tradition and connects his scholarship with theology and jurisprudence. Although he developed his career in the Mamluk academic world, Galmamatov argues that his intellectual profile retained a marked affinity with the Hanafi and especially the Maturidi teachings associated with Central Asia. [1]

The importance of this intellectual trajectory lies in its transregional character. The geographical labels in al-Turkistani's name reveal an origin in Central Asia; his educational movements demonstrate the role of Damascus; and his employment in Egypt connects him to Mamluk institutional culture. His career thus provides a concrete example of how intellectual networks could bridge regions divided by political boundaries and affected by military crises. [1]

Conclusion

Hibatullah al-Turkistani's career can be understood against the background of three interrelated historical processes: the political fragmentation of Mongol Central Asia, the consolidation of the Mamluk sultanate, and the growth of educational institutions in Damascus and Cairo. Military disruption in Turkistan made the search for learning elsewhere increasingly significant, while Mamluk patronage created opportunities for the continuation and transmission of Islamic scholarship. The scholar's presence in the Zahiriyya madrasa exemplifies the mobility of Hanafi-Maturidi knowledge between Central Asia and Egypt. [1]

These observations synthesize the historical account given by Galmamatov and the references reproduced in his study. Because the provided excerpt ends at the beginning of its biographical section, further conclusions regarding al-Turkistani's complete teaching network or the contents of his individual manuscripts would require independent examination of primary sources. This English adaptation should therefore be treated as a translated literature-based document rather than an unpublished original research article. [1]

References

- [1] Galmamatov, A. (2018). Türkistan'dan Mısır'a Ortaçağda bir Hanefî âlim: Hibetullah et-Türkistânî (1272–1333). Edebali İslamiyat Dergisi, 2(4), 139–161. <https://izlik.org/JA43WB55AJ>
- [2] Kafalı, M. (2005). Çağatay Hanlığı. Ankara: Berikan Yayınevi.
- [3] Barthold, V. V. (1990). Moğol İstilâsına Kadar Türkistan (H. D. Yıldız, Ed.). Ankara: Türk Tarih Kurumu.
- [4] Roux, J.-P. (2001). Moğol İmparatorluğu Tarihi (A. Kazancıgil & A. Bereket, Trans.). İstanbul: Kabalcı Yayınevi.
- [5] Ibn Battuta. (1981). Rihletu İbn Battûta: Tuhfetü'n-nazzâr fî ğarâibi'l-emsâr ve 'acâibi'l-esfâr (A. M. Kettânî, Ed.). Beirut: Müessesetü'r-Risâle.
- [6] Ibn Khaldun. (1979). Târihu İbn Haldun: el-İber ve Divanu'l-Mübtede'i ve'l-Haber (Vol. 5). Beirut: Müessesetü Cemmâl li't-Tibâ'eti ve'n-Neşr.
- [7] Yiğit, İ. (1991). İslâm Tarihi: Siyasî, dinî, kültürel, sosyal (Vol. 7). İstanbul: Kayihan Yayınları.
- [8] Ibn Kathir. (1995). el-Bidâye ve'n-Nihâye: Büyük İslâm Tarihi (M. Keskin, Trans.; Vols. 13–14). İstanbul: Çağrı Yayınları.
- [9] Âşûr, S. A. (1992). el-Müctemeu'l-Mısırî fî Asri Selâtîni'l-Memâlîk. Cairo.
- [10] al-Maqrizi. (n.d.). Kitâbu'l-Mevâ'iz ve'l-I'tibâr bi-Dhikri'l-Khitat wa'l-Âthâr (Vol. 2). Cairo: Dâr Sâdir. [Publication information as reported in Galmamatov (2018).]
- [11] al-Nu'aymi, 'A. b. M. (1988). al-Daris fî Tarikh al-Madaris (J. Husayni, Ed.; Vol. 1). Maktabat al-Thaqafa al-Diniyya. [Edition cited by Galmamatov (2018).]
- [12] al-Qurashi, 'A. ibn M. (n.d.). al-Jawâhir al-Mudiyya fî Tabaqât al-Hanafiyya ('A. M. al-Hulw, Ed.; Vol. 3). Cairo. [Publication year not stated in the supplied excerpt.]
- [13] al-Laknawi, 'A. (1998). al-Fawâ'id al-Bahiyya fî Tarâjim al-Hanafiyya (A. Za'bi, Ed.). Beirut.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ДЛЯ ДОГЛЯДУ ЗА РОСЛИНАМИ З УРАХУВАННЯМ ПОГОДНИХ УМОВ

Денисяк Софія-Марія Тарасівна

магістрантка

Національний університет «Львівська політехніка»

м. Львів, Україна

Василюк Андрій Степанович

Кандидат технічних наук, доцент

Національний університет «Львівська політехніка»

Львів, Україна

Організація догляду за домашніми та садовими рослинами потребує врахування різних чинників, які визначають періодичність і доцільність виконання окремих робіт. Навіть для невеликої колекції рослин необхідно контролювати терміни поливу, підживлення, обрізування, пересаджування та інших операцій. При цьому потреби рослин можуть суттєво відрізнятися залежно від їхнього виду, місця розташування та умов вирощування. Особливої уваги потребують рослини у відкритому ґрунті, оскільки температура повітря й атмосферні опади безпосередньо впливають на потребу у воді та умови проведення доглядових робіт [1].

Використання календарів із заздалегідь визначеними датами спрощує планування, проте не дозволяє повною мірою враховувати зміни навколишнього середовища. Наприклад, після значних опадів запланований полив може бути недоцільним, тоді як тривалий період високих температур без дощів потребуватиме перегляду встановленого графіка. Тому під час автоматизації догляду важливо не лише зберігати календар завдань, а й передбачити можливість його коригування відповідно до погодних умов. Використання метеорологічних показників для планування поливу розглядається також у наукових дослідженнях, присвячених системам підтримки прийняття рішень [2].

Серед сучасних програмних рішень для догляду за рослинами можна виділити застосунки Planta, BRUNQ, Greg і PlantIn. Вони надають можливості обліку рослин, планування доглядових робіт, формування нагадувань та отримання рекомендацій. Проте їхні функціональні можливості відрізняються, зокрема щодо врахування погодних умов та адаптації календаря догляду. Це зумовлює доцільність розроблення інформаційної системи, яка поєднуватиме основні засоби організації догляду з механізмом формування рекомендацій на основі погодних даних.

Метою роботи є розроблення інтелектуальної інформаційної системи для догляду за домашніми та садовими рослинами, яка забезпечує планування й

контроль виконання доглядових робіт, аналіз погодних умов та формування персоналізованих рекомендацій. Для досягнення поставленої мети реалізовано веборієнтовану інформаційну систему, що об'єднує засоби обліку рослин, календарного планування та підтримки прийняття рішень.

Розроблена система дозволяє користувачеві створювати власну колекцію рослин, додавати фотографії, зазначати характеристики та місце вирощування кожної рослини. Для організації догляду передбачено календар, у якому можна планувати полив, підживлення, обрізування, пересаджування та інші роботи. Після виконання завдання відповідна інформація зберігається в журналі догляду. Крім того, реалізовано автоматичні нагадування, довідник рослин, пошук і фільтрацію за визначеними критеріями, перегляд статистики та формування звітів за вибраний період. Окремою функціональною складовою є аналіз погодних умов для формування рекомендацій щодо запланованих робіт.

Програмну реалізацію інформаційної системи побудовано за клієнт-серверною архітектурою. Клієнтську частину розроблено з використанням React і TypeScript, а серверну – на платформі Node.js із фреймворком Express. Взаємодія між ними здійснюється через REST API. Для зберігання інформації про користувачів, рослини, заплановані роботи, нагадування та історію догляду використано PostgreSQL у поєднанні з Drizzle ORM. Отримання поточних і прогнозованих погодних показників забезпечується інтеграцією із сервісом Open-Meteo через його програмний інтерфейс API [3].

Для реалізації інтелектуальної складової використано продукційну модель подання знань, яка ґрунтується на правилах типу «якщо – то». Кожне правило містить умови, за яких система формує відповідну рекомендацію. Під час аналізу враховуються характеристики рослини, її місце вирощування, тип запланованої роботи, дата виконання та погодні показники. Для застосування правил використано пряме логічне виведення, за якого система перевіряє наявні дані на відповідність установленим умовам і визначає необхідні дії [4]. Такий підхід дозволяє формувати рекомендації без застосування моделей машинного навчання та пояснювати причини отриманих результатів.

Опрацювання даних здійснює програмний модуль RecommendationEngine, який аналізує заплановані роботи та отриману погодну інформацію. Залежно від типу доглядової операції враховуються різні показники. Наприклад, для поливу важливими є прогнозовані опади та температура повітря, для обробки рослин – опади й швидкість вітру, а для висаджування – температурні обмеження та ризик заморозків. Водночас погодні умови оцінюються з урахуванням місця вирощування рослини. Зокрема, прогнозований дощ може впливати на доцільність поливу рослин у відкритому ґрунті, але не є безпосередньою підставою для зміни графіка поливу кімнатних рослин.

Якщо погодні умови можуть перешкоджати виконанню запланованої роботи, система формує відповідне попередження або рекомендацію щодо перенесення завдання. За можливості визначається інша придатна дата, яку користувач може підтвердити. Якщо наявних даних недостатньо для такого рішення, система

повідомляє про необхідність додаткової перевірки умов. Це дозволяє уникати необґрунтованих змін календаря догляду.

Для визначення пріоритетності доглядових робіт використано метод зваженої оцінки трьох факторів: часової терміновості завдання, чутливості до затримки його виконання та впливу погодних умов. Інтегральний показник пріоритетності розраховується за формулою (1).

$$P = 0,40D + 0,35S + 0,25W, \quad (1)$$

де D – нормалізована часова терміновість завдання; S – оцінка чутливості до затримки догляду; W – погодний фактор. Кожен показник набуває значення від 0 до 1. За результатом обчислення визначається низький ($P < 0,40$), середній ($0,40 \leq P < 0,70$) або високий ($P \geq 0,70$) рівень пріоритетності. Якщо погодний фактор не застосовується або необхідні дані відсутні, ваги інших факторів пропорційно перераховуються.

Наприклад, якщо для запланованої роботи значення часової терміновості становить $D = 1$, чутливості до затримки $S = 0,8$, а погодного фактора $W = 0,5$, інтегральний показник дорівнюватиме $P = 0,805$. Отже, завдання матиме високий рівень пріоритетності. Водночас цей показник визначає необхідність приділити роботі увагу, але не означає, що її слід виконувати за несприятливих погодних умов. Тому оцінювання пріоритетності та визначення доцільності виконання роботи здійснюються окремо.

Для представлення основних функціональних можливостей системи та взаємодії її учасників побудовано UML-діаграму варіантів використання (рис. 1). На ній відображено трьох учасників: користувача, адміністратора та зовнішній сервіс прогнозування погоди. Користувач виконує основні операції з рослинами й доглядовими завданнями, адміністратор керує вмістом довідника, а зовнішній сервіс надає метеорологічну інформацію, необхідну для формування рекомендацій.

Одним з основних сценаріїв є керування колекцією рослин. Користувач може додавати нові рослини, переглядати й редагувати їхні картки та видаляти відповідні записи. Під час додавання або редагування рослини передбачено можливість завантаження чи зміни фотографії. На діаграмі цю дію позначено зв'язком «extend», оскільки вона є додатковою та не обов'язковою для виконання основного сценарію.

Наступна група сценаріїв пов'язана з плануванням і контролем доглядових робіт. Користувач може переглядати календар, створювати й редагувати завдання, позначати роботи як виконані та переглядати історію догляду. Після виконання відповідний запис зберігається в журналі. Для інформування про заплановані роботи передбачено автоматичні нагадування. Їх формування включає перевірку завдань, що відображено зв'язком «include».

Окремим сценарієм є формування рекомендацій щодо догляду. Для цього система отримує прогноз погоди та аналізує характеристики рослини. Зазначені операції представлені зв'язками «include», оскільки є обов'язковими складовими основного процесу. За результатами аналізу система визначає можливі погодні

обмеження та формує рекомендацію щодо виконання або перенесення запланованої роботи.

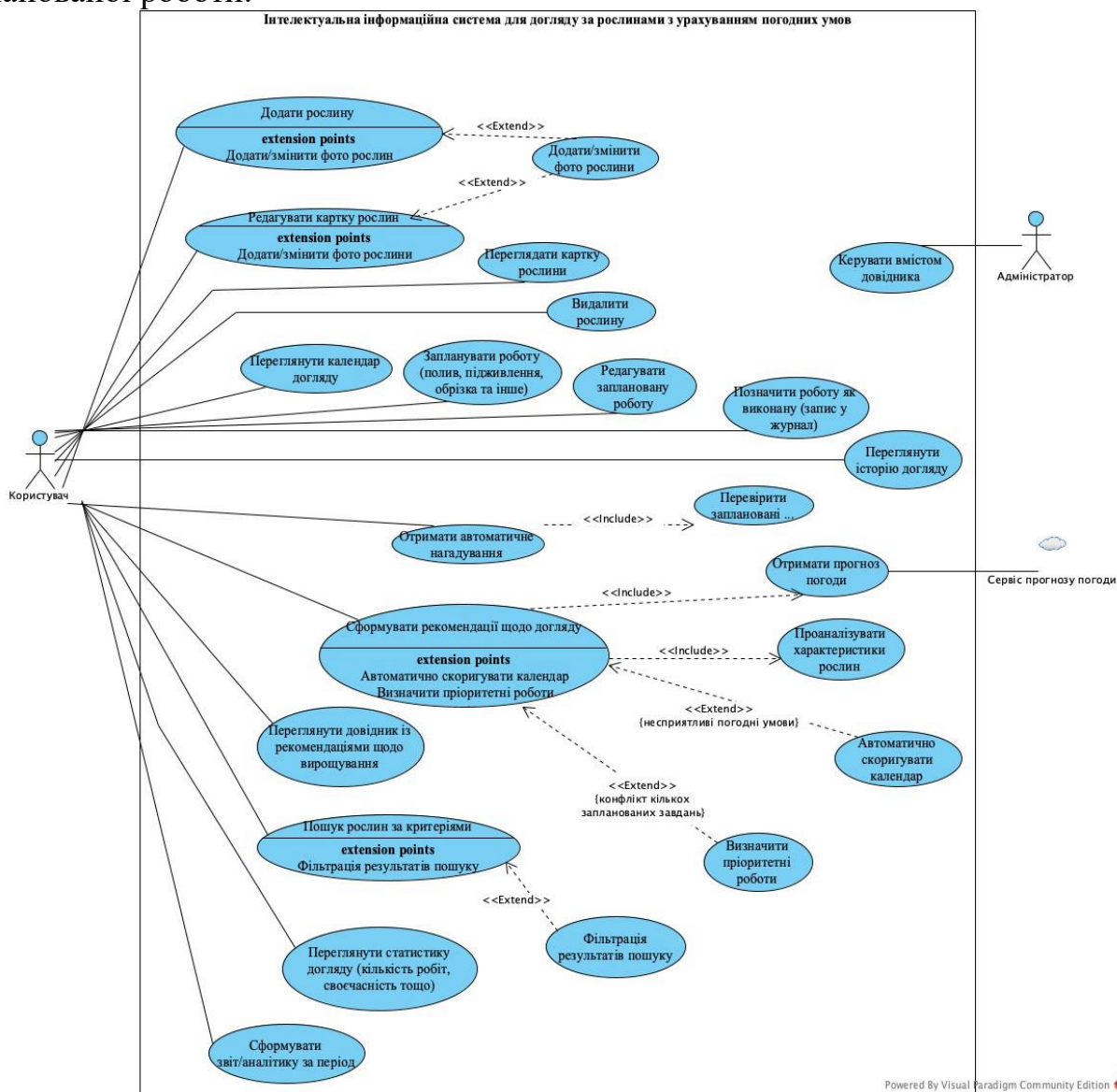


Рис. 1. Діаграма варіантів використання інформаційної системи
Джерело рисунка: розроблено автором у середовищі Visual Paradigm.

На діаграмі також передбачено додаткові сценарії коригування календаря та визначення пріоритетності робіт. Якщо виявлено несприятливі погодні умови, система може запропонувати іншу дату виконання завдання. За наявності кількох робіт, які потребують уваги, передбачено визначення їхньої пріоритетності. Ці сценарії представлені зв'язками «extend», оскільки виконуються лише за визначених умов.

Крім того, користувачеві доступні перегляд довідника рослин, пошук за критеріями, фільтрація результатів, перегляд статистики догляду та формування звітів за вибраний період. Фільтрацію результатів пошуку також представлено зв'язком «extend», оскільки вона є додатковою можливістю відповідного сценарію. Таким чином, діаграма відображає основні функції системи та

взаємозв'язки між процесами обліку рослин, планування догляду, формування рекомендацій і контролю виконаних робіт.

Отже, у межах роботи розроблено інтелектуальну інформаційну систему для догляду за домашніми та садовими рослинами. Реалізовано засоби обліку рослин, планування й контролю доглядових робіт, а також механізм формування рекомендацій на основі погодних даних. Використання продукційних правил дозволяє враховувати особливості рослин та погодні обмеження, а метод зваженої оцінки факторів – визначати пріоритетність запланованих завдань. Основною особливістю розробленої системи є можливість адаптації плану догляду до погодних умов, що забезпечує додаткову підтримку користувача під час прийняття рішень.

Список літератури

1. Allen R. G., Pereira L. S., Raes D., Smith M. Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56. Rome: FAO, 1998. 300 p.
2. Saggi M. K., Jain S. A Survey Towards Decision Support System on Smart Irrigation Scheduling Using Machine Learning Approaches. Archives of Computational Methods in Engineering. 2022. Vol. 29, no. 6. P. 4455–4478. DOI: 10.1007/s11831-022-09746-3.
3. Open-Meteo. Weather Forecast API Documentation. URL: <https://open-meteo.com/en/docs>
4. Russell S., Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. 4th ed. Hoboken: Pearson, 2020. ISBN 978-0-134-61099-3.

ПРОЄКТ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ CI/CD-КОНВЕЄРІВ У СЕРЕДОВИЩІ DEVOPS

Калінка Юлія Володимирівна,
магістрантка

Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна

Басюк Тарас Михайлович,

кандидат технічних наук, доцент

Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна

Сучасне розроблення програмного забезпечення побудоване навколо практик неперервної інтеграції та неперервного постачання (CI/CD): кожна програмна зміна, внесена до спільного репозиторію, автоматично проходить конвеєр постачання – послідовність етапів складання, статичного аналізу, тестування та розгортання [1]. Оскільки конвеєр виконується для кожної без винятку зміни, його тривалість безпосередньо визначає темп зворотного зв'язку, який отримує розробник, а будь-яка надлишковість накопичується пропорційно до інтенсивності розроблення. Емпіричні дослідження відкритих проєктів засвідчують значні витрати часу на очікування результатів збірки та високу частку прогонів, що не виявляють жодного дефекту [2].

Аналіз джерел дає змогу виділити чотири проблеми продуктивності конвеєрів. По-перше, верифікація змін недиференційована: виправлення одруку в документації проходить той самий маршрут, що й переписування критичного модуля. По-друге, перевірки розподіляються між паралельними виконавцями без урахування їхньої тривалості, тож загальний час визначає найповільніший виконавець. По-третє, нестабільні перевірки, результат яких змінюється без зміни коду, знецінюють сигнал конвеєра й змушують команди повторювати прогони [3]. По-четверте, задачі впорядковано без урахування ймовірності збою, і розробник дізнається про помилку лише наприкінці прогону.

Відомі програмні засоби розв'язують ці проблеми лише частково. Вбудована аналітика платформ GitLab CI і GitHub Actions подає статистику прогонів, але рішень не ухвалює. Служби інтелектуального відбору перевірок, що спираються на досвід великих технологічних компаній [4, 5], реалізують лише один керуючий вплив і вимагають передавати телеметрію зовнішньому постачальникові, а засоби виявлення нестабільних перевірок і засоби спостережуваності працюють окремо від формування плану конвеєра. Отже, невирішеною лишається задача узгодженого застосування кількох керуючих впливів на підставі спільної телеметрії власних прогонів конвеєра. У роботі конвеєр розглядається як об'єкт керування за зворотним зв'язком: телеметрія

прогонів виконує роль давача, прогнозні моделі – вирішувального елемента, а план конвеєра, який система формує для кожної зміни, – виконавчого механізму.

Тип системи обґрунтовано засобами системного аналізу. Генеральну мету – скоротити час виконання конвеєрів за рахунок керування складом і порядком перевірок, не знижуючи здатності виявляти дефекти, – конкретизовано методом дерева цілей до п'яти критеріїв якості: точності прогнозу, продуктивності, масштабованості, інтегрованості з серверами неперервної інтеграції та зручності. Методом аналізу ієрархій [6] порівняно інформаційно-керуючу, інформаційно-аналітичну та інформаційно-довідкову системи, ієрархію задачі вибору подано на рисунку 1. Найвищий узагальнений пріоритет одержала інформаційно-керуюча система, яка не лише подає прогноз, а й повертає керуючий вплив у конвеєр.

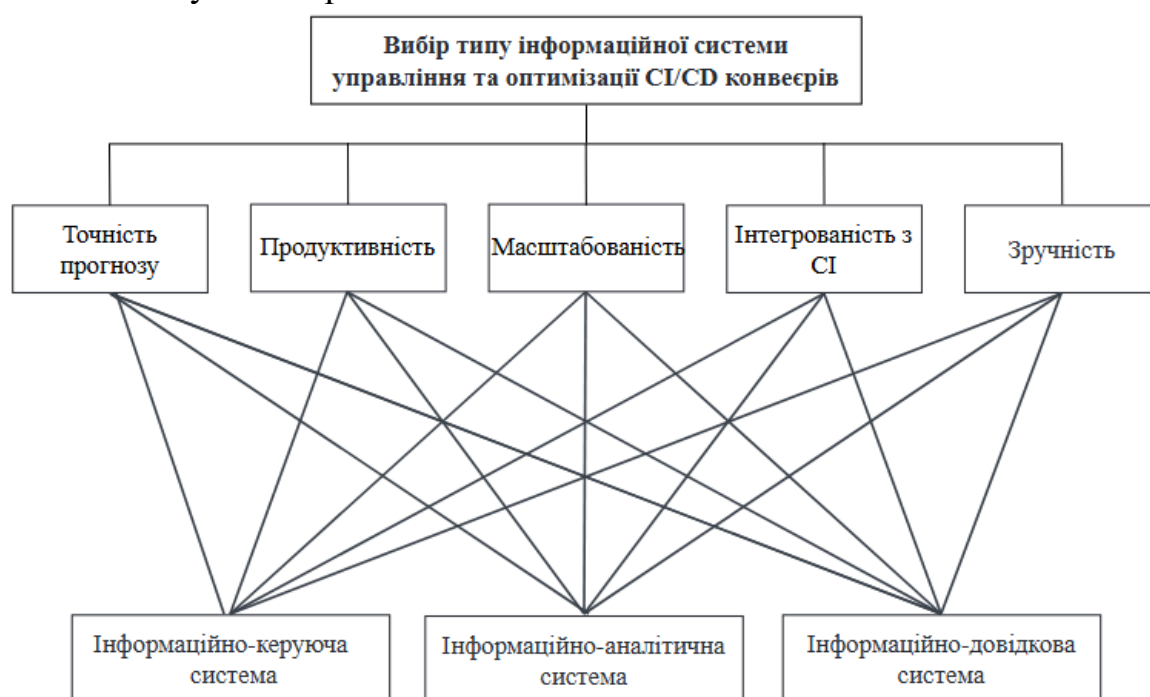


Рис. 1. Ієрархія методу аналізу ієрархій для вибору типу системи
Джерело рисунка: власна розробка авторів.

Концептуальну модель системи розроблено із застосуванням нотації UML. На рисунку 2 подано діаграму варіантів використання, яка фіксує межу системи та відображає взаємодію семи акторів – чотирьох людських і трьох зовнішніх систем. Розробник, DevOps-інженер і керівник пов'язані відношенням узагальнення з актором «Користувач системи», що володіє спільними варіантами використання: входом у систему, переглядом дошки показників, результатів прогонів і нестабільних перевірок, а також повідомленням про проблему. DevOps-інженеру додатково доступні підключення проєкту з налаштуванням вебхука, налаштування політик оптимізації та робота з рекомендаціями, керівникові – формування звіту за обраний період.

Три зовнішні системи взаємодіють із системою без участі людини. Сервер неперервної інтеграції надсилає події прогонів і запитує оптимізований план

конвеєра, формування якого обов'язково включає прогнозування ризику й тривалості та відбір і розподіл перевірок. Месенджер одержує сповіщення про виявлені аномалії, а планувальник ініціює перенавчання моделей, що включає оцінювання їх якості. Відношення «include» використано для обов'язкових підкроків, а «extend» – для дій, які виконуються лише за певної умови: застосування рекомендації, поміщення перевірки в карантин, надсилання сповіщення за наявності відхилення в роботі конвеєра.

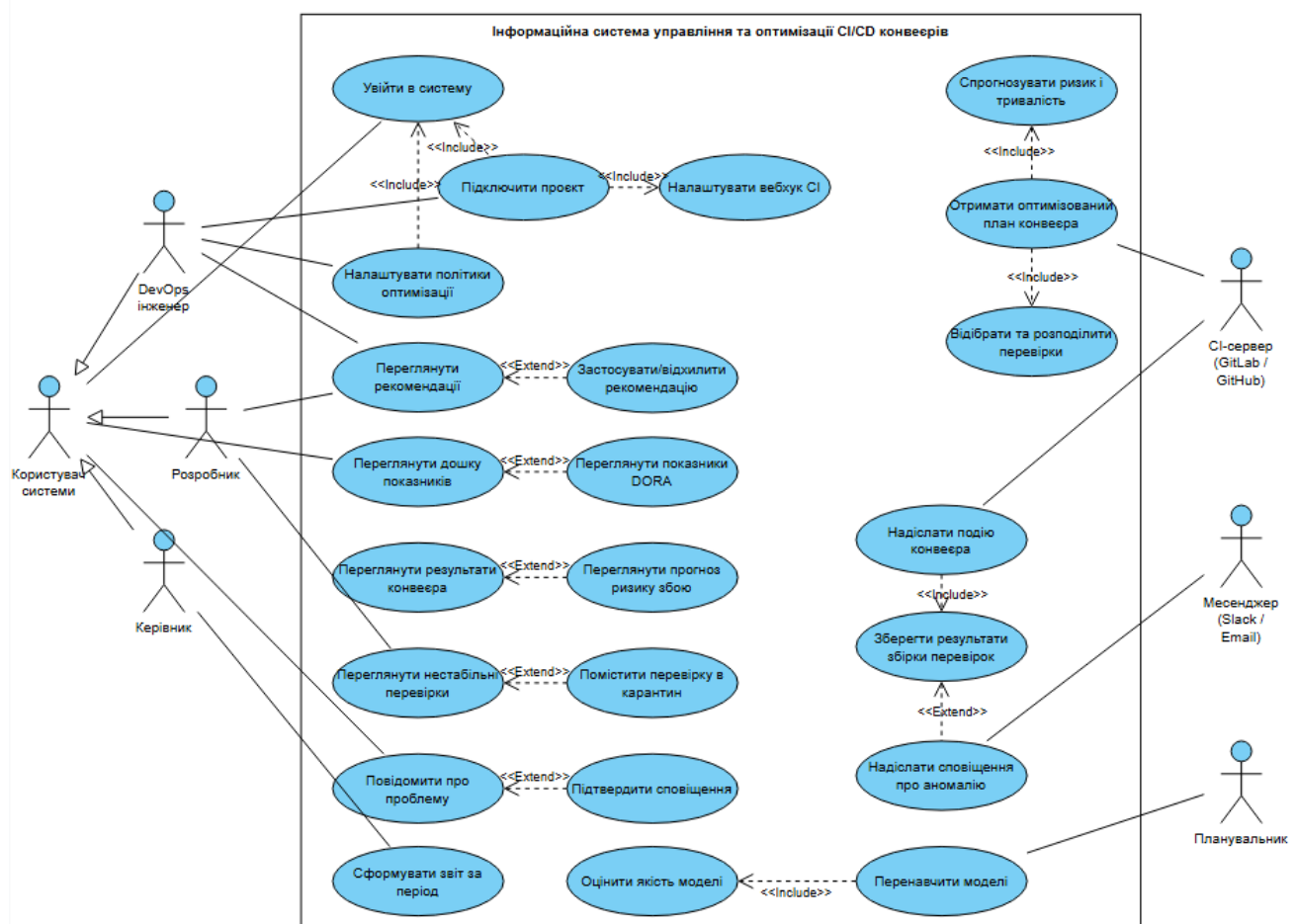


Рис. 2. Діаграма варіантів використання

Джерело рисунка: власна розробка авторів.

Для кожної зміни система формує вектор ознак за історією прогонів, прогнозує ризик збою та тривалість задач, відбирає перевірки під бюджет часу, розподіляє їх між виконавцями з урахуванням прогнозованої тривалості та впорядковує задачі так, щоб найризикованіші виконувалися першими; зміни лише в документації взагалі не потребують запуску конвеєра. Перевірки, залежні від порядку виконання, розміщуються на одному виконавці цілком, а для захищених гілок і за недостатнього обсягу історії запобіжники повертають повний набір перевірок. Привілейованого доступу ні до сервера неперервної інтеграції, ні до репозиторію система не потребує: події надходять вебхуками, а план забирає службова задача самого конвеєра.

Обчислювальний експеримент на контрольній вибірці зі 195 прогонів показав скорочення середньої тривалості конвеєра з 394 до 172 с, тобто на 56,2 %, за виявлення 95,9 % внесених дефектів. Показово, що кількість запущених перевірок зменшилася лише на 9,7 %: основний виграш дав збалансований розподіл перевірок між виконавцями за прогнозованою тривалістю, тоді як відбір система застосовувала лише там, де він справді вкорочував конвеєр.

Таким чином, запропонована інформаційно-керуюча система поєднує прогнозування ризику, відбір, розподіл і впорядкування перевірок в єдиному контурі керування, джерелом даних для якого є телеметрія власних прогонів конвеєра. Перспективою подальших досліджень є створення середовищ інтеграційного тестування на вимогу, що дасть змогу скоротити витрати не лише часу, а й обчислювальних ресурсів.

Список літератури

1. Kim G., Humble J., Debois P., Willis J. The DevOps Handbook: How to Create World-Class Agility, Reliability, and Security in Technology Organizations. Portland : IT Revolution Press, 2016. 480 p.
2. Hilton M., Tunnell T., Huang K., Marinov D., Dig D. Usage, costs, and benefits of continuous integration in open-source projects. Proceedings of the 31st IEEE/ACM International Conference on Automated Software Engineering. 2016. P. 426-437. URL: <https://doi.org/10.1145/2970276.2970358>
3. Luo Q., Hariri F., Eloussi L., Marinov D. An empirical analysis of flaky tests. Proceedings of the 22nd ACM SIGSOFT International Symposium on Foundations of Software Engineering. 2014. P. 643-653. URL: <https://doi.org/10.1145/2635868.2635920>
4. Memon A., Gao Z., Nguyen B. et al. Taming Google-scale continuous testing. Proceedings of the 39th International Conference on Software Engineering: Software Engineering in Practice Track. 2017. P. 233-242. URL: <https://doi.org/10.1109/ICSE-SEIP.2017.16>
5. Machalica M., Samylkin A., Porth M., Chandra S. Predictive test selection. Proceedings of the 41st International Conference on Software Engineering: Software Engineering in Practice. 2019. P. 91-100. URL: <https://doi.org/10.1109/ICSE-SEIP.2019.00018>
6. Saaty T. L. Decision making with the analytic hierarchy process. International Journal of Services Sciences. 2008. Vol. 1, no. 1. P. 83-98. URL: <https://doi.org/10.1504/IJSSCI.2008.017590>

ТРУДОВІ ГАРАНТІЇ ВЕТЕРАНІВ ВІЙНИ

Сидоренко Анна Сергіївна,

кандидат юридичних наук, доцент, доцент кафедри конституційного,
адміністративного, екологічного та трудового права
Полтавського юридичного інституту
Національного юридичного університету імені Ярослава Мудрого

Право на працю є одним із фундаментальних прав людини, реалізація якого забезпечує не лише матеріальну незалежність особи, а й можливість її соціальної інтеграції та професійного розвитку. Повномасштабна збройна агресія проти України суттєво вплинула на функціонування національного ринку праці, зумовивши зміни у сфері реалізації трудових прав і забезпечення встановлених законодавством гарантій. Особливої актуальності в сучасних умовах набуло питання забезпечення трудових прав осіб, які брали участь у захисті держави, зокрема ветеранів війни.

Одним із пріоритетних завдань держави на сучасному етапі є створення належних правових, соціальних та організаційних умов для повернення ветеранів війни до цивільного життя. Важливою складовою цього процесу є забезпечення можливостей для їхнього працевлаштування, професійної адаптації та подальшого кар'єрного розвитку. Водночас ефективність відповідних заходів залежить не лише від нормативного закріплення трудових гарантій, а й від наявності дієвих механізмів їх практичної реалізації.

Закон України «Про статус ветеранів війни, гарантії їх соціального захисту» у статті 4 визначає загальні засади правового статусу ветеранів війни. Відповідно до положень зазначеного Закону, до цієї категорії належать особи, які брали участь у захисті Батьківщини чи в бойових діях на території інших держав [1]. Законодавство виокремлює декілька категорій ветеранів війни, зокрема учасників бойових дій, осіб з інвалідністю внаслідок війни та учасників війни. Така диференціація має значення для визначення обсягу соціального захисту та відповідних гарантій, передбачених законодавством для кожної категорії осіб.

На сучасному етапі особливої уваги потребують питання реалізації ветеранами війни права на працю та забезпечення умов для їхнього професійного розвитку. Актуальність цієї проблематики зумовлена необхідністю узгодження нормативно закріплених трудових прав і гарантій із реальними можливостями їх практичного використання. Саме наявність відповідних законодавчих положень не завжди свідчить про ефективність соціально-трудоного захисту, оскільки важливе значення мають доступність працевлаштування, готовність роботодавців створювати належні умови праці та можливість професійної адаптації ветеранів у трудових колективах.

Варто погодитися з позицією науковців, які у своїх дослідженнях наголошують, що офіційне визнання особи ветераном війни визначає її особливе місце серед категорій громадян, які мають право на відповідні форми

соціального захисту. Такий правовий статус зумовлює необхідність належного виконання державою взятих на себе зобов'язань, що ґрунтуються на конституційних засадах, принципах соціальної справедливості та необхідності забезпечення захисту осіб, які брали участь в обороні держави [2, с. 22].

Соціальний захист військовослужбовців і ветеранів війни становить комплекс правових, економічних та організаційних заходів, спрямованих на забезпечення реалізації їхніх конституційних прав, дотримання встановлених державою соціальних гарантій і задоволення матеріальних та духовних потреб [3, с. 132]. У цьому контексті трудові гарантії посідають важливе місце, оскільки сприяють відновленню професійної активності ветеранів, забезпеченню їхньої економічної самостійності та повноцінному залученню до суспільного життя.

Правову основу регулювання досліджуваних відносин становить Закон України «Про статус ветеранів війни, гарантії їх соціального захисту». Цей нормативно-правовий акт визначає правовий статус ветеранів війни та встановлює основні засади їхнього соціального захисту, зокрема передбачає окремі трудові й соціальні гарантії. Водночас відповідні правовідносини регулюються й іншими нормативно-правовими актами, зокрема Кодексом законів про працю України та законодавством у сфері зайнятості населення. Важливу роль відіграють також державні програми та заходи, спрямовані на сприяння працевлаштуванню ветеранів, професійну підготовку й перепідготовку, а також адаптацію робочих місць відповідно до їхніх потреб.

Основні трудові гарантії ветеранів війни закріплено, зокрема, у статтях 12, 13 і 14 Закону України «Про статус ветеранів війни, гарантії їх соціального захисту». Водночас наявність відповідних законодавчих положень не гарантує їх належного дотримання на практиці. Проблема полягає в тому, що між нормативним закріпленням трудових прав і фактичним забезпеченням можливостей для їх реалізації зберігається певний розрив.

Однією з причин виникнення зазначеної проблеми є постійне збільшення кількості осіб, які набувають статусу ветеранів війни, що зумовлює необхідність удосконалення механізмів реалізації передбачених законодавством гарантій. Водночас труднощі у сфері забезпечення трудових прав ветеранів пов'язані не лише з організаційними та економічними чинниками, а й із недостатньою готовністю окремих роботодавців до створення належних умов праці для цієї категорії працівників.

Зокрема, проблемними залишаються питання доступу ветеранів до працевлаштування, забезпечення належних і безпечних умов праці, пристосування робочих місць до індивідуальних потреб працівників та створення можливостей для професійного розвитку. Окремої уваги потребують питання психологічної та фізичної адаптації ветеранів у трудових колективах. У процесі повернення до професійної діяльності вони можуть стикатися з упередженим ставленням, дискримінаційними практиками, а також проявами мобінгу з боку роботодавців або інших працівників. Такі обставини негативно впливають на реалізацію права на працю, професійну самореалізацію та соціальну інтеграцію ветеранів війни.

Варто погодитися з позицією І. О. Кульчій та О. М. Черненко щодо визначальної ролі трудового права у правовому забезпеченні професійної адаптації та працевлаштування ветеранів війни. Інститут зайнятості як один із ключових інститутів трудового права створює правові передумови для реалізації особою права на працю та вибору відповідної форми зайнятості. Після звільнення з військової служби, зокрема за станом здоров'я або внаслідок демобілізації, виникає потреба у забезпеченні належних умов повернення ветеранів до цивільного життя. Вирішення цього завдання ускладнюється неоднорідністю зазначеної категорії осіб, відмінностями в їхньому стані здоров'я, професійному досвіді та потребах, а також недостатньою готовністю ринку праці й соціальної сфери до забезпечення їхньої професійної адаптації, облаштування робочих місць та інтеграції в трудові колективи [3, с. 135].

Отже, ефективна реалізація ветеранами війни права на працю потребує комплексного підходу, який передбачає не лише забезпечення доступу до працевлаштування, а й створення належних умов для подальшої професійної діяльності. Йдеться, зокрема, про облаштування робочих місць з урахуванням індивідуальних потреб працівників, забезпечення необхідним обладнанням, організацію професійного навчання та підвищення кваліфікації, а також формування сприятливого психологічного клімату в трудових колективах. Важливим напрямом удосконалення відповідної сфери є посилення контролю за дотриманням трудового законодавства та запровадження дієвих механізмів реагування на випадки порушення прав і гарантій ветеранів війни.

Підсумовуючи викладене, слід зазначити, що вдосконалення механізмів професійної адаптації ветеранів війни має стати одним із пріоритетних напрямів державної політики у сфері праці та зайнятості. Ефективність такого механізму залежить від узгодженої взаємодії держави, роботодавців і відповідних соціальних інституцій, а також від забезпечення реального виконання законодавчо встановлених гарантій. Комплексний підхід до вирішення зазначених питань сприятиме узгодженню професійних навичок ветеранів із потребами ринку праці, розширенню можливостей їхнього працевлаштування та створенню передумов для подальшого професійного розвитку й повноцінної соціальної інтеграції.

Список літератури

1. Про статус ветеранів війни, гарантії їх соціального захисту: Закон України від 22.10.1993 №3551-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3551-12#Text>
2. Кузнецова М.Ю., Гресь Н.М., Горбачова К.М., Актуальні проблемні питання реалізації права на пільги як одного із способів соціального захисту ветеранів війни в Україні. Юридичний науковий електронний журнал. №7/2024. DOI <https://doi.org/10.32782/2524-0374/2024-7/52> С.220-224
3. Кульчій І.О., Черненко О.М. Соціальні та трудові гарантії ветеранів війни. Право та інновації. №3(47).2024. С.130-143

ПЕРЕГОВОРНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ПІДПРИЄМЦЯ ЯК ЧИННИК УСПІШНОСТІ БІЗНЕСУ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Ахметов Ілляс Рустамович

к.е.н., доцент кафедри економіки, управління та бізнес-адміністрування,
Житомирський інститут ПрАТ «ВНЗ «МАУП»»,
м. Житомир, Україна

Захарова Катерина Романівна

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,
Житомирський інститут ПрАТ «ВНЗ «МАУП»»,
м. Житомир, Україна

Сучасне середовище функціонування підприємницьких структур характеризується високим рівнем динамічності, турбулентності та невизначеності, що ускладнює прогнозування результатів господарської діяльності. Військові загрози, порушення логістичних ланцюгів, енергетичні кризи, коливання ринкової кон'юнктури та трансформація міжнародних економічних відносин змушують підприємців постійно переглядати управлінські рішення й адаптувати умови співпраці з контрагентами. Традиційні підходи до стратегічного планування, які ґрунтуються на прогнозуванні майбутніх подій і використанні накопиченого досвіду, за таких обставин не завжди забезпечують належну результативність. Особливого значення набуває здатність підприємця оперативно домовлятися з партнерами, постачальниками, клієнтами та кредиторами, узгоджувати суперечливі інтереси й знаходити взаємоприйнятні рішення. Переговорний потенціал у цьому контексті виступає не лише сукупністю комунікативних навичок, а й важливим управлінським ресурсом забезпечення адаптивності, стійкості та конкурентоспроможності підприємства. Водночас результативність його використання залежить від аналітичних, емоційних, комунікативних і ресурсних можливостей підприємця, а також від обраних переговорних стратегій та характеру взаємовідносин із контрагентами. Отже, дослідження структури, механізмів реалізації та напрямів розвитку переговорного потенціалу підприємця є актуальним завданням сучасної теорії і практики управління бізнесом в умовах невизначеності.

Об'єкт дослідження — процес управління підприємницькою діяльністю в умовах невизначеності бізнес-середовища.

Предмет дослідження — структура, переговорні стратегії та механізми реалізації переговорного потенціалу підприємця як чинника адаптивності, стійкості та результативності бізнесу.

Мета дослідження — теоретично обґрунтувати роль переговорного потенціалу підприємця в забезпеченні успішності бізнесу в умовах

невизначеності, визначити його основні складові та механізми реалізації, а також запропонувати підходи до оцінювання й розвитку переговорних компетентностей.

Завдання дослідження

Для досягнення поставленої мети визначено такі завдання:

1. Розкрити теоретичні засади переговорного потенціалу підприємця, визначити його сутність, структуру та значення в умовах ризику й невизначеності.
2. Охарактеризувати переговорні стратегії та інструменти забезпечення адаптивності бізнесу, мінімізації негативних наслідків кризових ситуацій і врегулювання конфліктів.
3. Обґрунтувати підходи до оцінювання переговорного потенціалу підприємця та визначити практичні напрями його розвитку з урахуванням економічних, організаційних і етичних аспектів.

1. Теоретичні засади та структура переговорного потенціалу підприємця в умовах невизначеності

Умови невизначеності є предметом досліджень і постійного спостереження з боку економістів та фахівців у сфері управління. Одним із перших учених, який системно досліджував проблему невизначеності в економічній теорії, був Френк Найт. Відповідно до запропонованого ним розмежування, ризик характеризує ситуації, у яких можливе визначення ймовірностей майбутніх подій, тоді як невизначеність пов'язана з обставинами, для яких такі ймовірності неможливо надійно встановити. Значення цього розмежування для підприємницької діяльності розкривається, зокрема, у дослідженні S. Amoroso, P. Moncada-Paternò-Castello та A. Vezzani [1].

В умовах невизначеності, коли майбутні події неможливо достатньо точно спрогнозувати, фундаментального значення набуває орієнтація на адаптивне управління та концепцію ефектуатії (effectuation). Відповідно до підходу S. Sarasvathy [2], підприємницькі рішення можуть ґрунтуватися не лише на прогнозуванні бажаного результату, а й на використанні доступних ресурсів, формуванні партнерств, обмеженні прийнятних втрат і створенні можливостей впливати на майбутній розвиток подій. У цьому контексті здатність домовлятися з іншими учасниками ринку стає важливим інструментом реалізації підприємницьких рішень.

Саме за таких обставин переговорний потенціал підприємця набуває особливого значення. Керівник, який уміє будувати довіру, врегульовувати конфлікти та знаходити взаємоприйнятні рішення з партнерами, банками, клієнтами й постачальниками, отримує додаткові можливості для підтримання життєздатності підприємства. Зокрема, домовленості про відстрочення платежів, зміну умов постачання, спільне використання ресурсів або розподіл ризиків можуть сприяти збереженню ліквідності та безперервності господарської діяльності.

Важливою проблемою за таких умов стає неповнота контрактів, оскільки жодна господарська угода не здатна передбачити всі можливі сценарії зміни

зовнішнього середовища. Водночас це не означає втрати юридичної сили договорів або можливості їх довільного невиконання. Навпаки, формальні договірні механізми доцільно доповнювати переговорними процедурами, спрямованими на погоджене коригування умов співпраці. Дослідження L. Porro та T. Zenger [3] підтверджує, що формальні контракти й управління відносинами на основі довіри можуть взаємно доповнювати один одного, сприяючи підвищенню результативності міжорганізаційної взаємодії.

У межах цього дослідження переговорний потенціал підприємця пропонується розглядати як сукупність аналітичних, емоційних, комунікативних і соціально-ресурсних можливостей, які визначають його здатність готувати, проводити та реалізовувати переговори для досягнення економічно обґрунтованих домовленостей.

Його структуру доцільно представити чотирма взаємопов'язаними складовими.

Аналітично-когнітивна складова характеризує здатність підприємця оперативно обробляти інформацію, оцінювати зміни ринкового середовища, визначати інтереси контрагентів і формувати альтернативні сценарії домовленостей. Вона дозволяє керівникові ухвалювати обґрунтовані рішення навіть за умов неповноти інформації.

Емоційно-вольова складова ґрунтується на емоційному інтелекті, психологічній стійкості та самоконтролі. Вона забезпечує здатність зберігати виваженість під час тиску, розпізнавати емоційний стан партнерів і запобігати ескалації конфліктів.

Комунікативно-поведінкова складова охоплює навички аргументації, активного слухання, переконування, формулювання пропозицій та конструктивного врегулювання розбіжностей. Її практичне значення полягає у здатності підприємця узгоджувати інтереси сторін і підтримувати результативну взаємодію.

Соціально-ресурсна складова включає ділову репутацію підприємця, накопичений соціальний капітал, мережу довірчих професійних зв'язків і наявність альтернативних можливостей співпраці. Саме ці ресурси можуть посилювати переговорні позиції підприємства та розширювати вибір доступних управлінських рішень.

Отже, переговорний потенціал є комплексним управлінським ресурсом, який поєднує індивідуальні компетентності підприємця з можливостями його професійного середовища. Його значення полягає не лише в досягненні домовленостей, а й у формуванні нових альтернатив управлінських дій, здатних підвищувати адаптивність бізнесу.

2. Переговорні стратегії та механізми забезпечення адаптивності бізнесу

Практична реалізація переговорного потенціалу підприємця в умовах турбулентності потребує свідомого вибору відповідної переговорної стратегії. У науковій літературі розмежовують дистрибутивні переговори, орієнтовані переважно на розподіл наявної цінності, та інтегративні переговори, спрямовані на створення додаткової цінності завдяки узгодженню інтересів сторін [8, 9].

Обидва підходи можуть застосовуватися залежно від характеру переговорної ситуації, проте в умовах тривалої нестабільності особливого значення набуває здатність поєднувати захист власних економічних інтересів із підтриманням партнерських відносин [4, 10].

Намагання однієї зі сторін максимізувати короткострокову вигоду шляхом надмірного тиску на контрагента може призводити до руйнування бізнес-зв'язків і виникнення додаткових витрат. Натомість інтегративні переговори, орієнтовані на пошук взаємовигідних рішень за принципом Win-Win, дозволяють розширювати переговорне поле завдяки залученню додаткових параметрів угоди: термінів виконання зобов'язань, способів оплати, обсягів постачання, розподілу витрат і ризиків.

Основою ефективного ведення переговорів є ретельна підготовка та управління системою альтернатив. Важливим інструментом виступає BATNA (Best Alternative to a Negotiated Agreement) — найкраща альтернатива досягненню переговорної угоди. Наявність економічно прийнятної альтернативи дозволяє підприємцю уникати погодження на невигідні умови під тиском обставин. Водночас визначення ZOPA (Zone of Possible Agreement) — зони можливої домовленості — допомагає встановити межі, у яких можуть перетинатися прийнятні умови сторін. Значення аналізу інтересів, альтернатив і способів створення спільної цінності розкрито у праці J. Sebenius [5].

Перспективним інструментом також є застосування MESOs (Multiple Equivalent Simultaneous Offers) — кількох одночасних комплексних пропозицій, які мають приблизно однакову цінність для сторони, що їх формує, але відрізняються поєднанням умов. Такий підхід дозволяє краще виявляти пріоритети контрагента та підвищувати ймовірність досягнення прийнятної домовленості. Експериментальне дослідження G. Leonardelli та співавторів [6] засвідчило позитивний вплив використання MESOs на окремі економічні та міжособистісні результати переговорів.

Особливого значення в нестабільному бізнес-середовищі набуває здатність підприємця нейтралізувати та врегульовувати конфліктні ситуації. Відповідно до принципів переговорного аналізу, важливо розмежовувати заявлені позиції сторін та їхні реальні інтереси [5, 10, 11]. Наприклад, категорична вимога контрагента щодо негайного повернення заборгованості може бути зумовлена не прагненням припинити співпрацю, а необхідністю підтримати власну ліквідність. За таких умов переговори дозволяють перейти від протистояння позицій до пошуку альтернативних рішень: реструктуризації зобов'язань, погодження нового графіка платежів, зміни умов постачання або спільного використання ресурсів.

Практичне значення переговорного потенціалу особливо помітне в умовах кризових ситуацій, характерних для українського підприємницького середовища.

Так, під час масштабних відключень електроенергії підприємства можуть використовувати переговори для погодження спільного використання генераторів, компенсації витрат на паливо, зміни графіків постачання та

організації альтернативних виробничих процесів. За умов блокування транспортних маршрутів переговори з міжнародними контрагентами можуть бути спрямовані на перенесення термінів виконання контрактів, погодження альтернативних логістичних схем або тимчасового зберігання продукції. У разі дефіциту сировини чи раптової зміни умов закупівель наявність довірчих професійних зв'язків дозволяє оперативніше знаходити альтернативних постачальників, погоджувати нові умови оплати або організовувати спільні закупівлі.

Наведені ситуації мають ілюстративний характер, проте демонструють важливу управлінську закономірність: переговори можуть не лише сприяти розв'язанню конфліктів, а й розширювати сукупність доступних підприємству управлінських альтернатив.

Водночас переговорний потенціал не можна розглядати як універсальний інструмент подолання будь-якої кризи. Його результативність обмежується економічними можливостями підприємства, наявністю прийнятних альтернатив, характером інтересів сторін і правовими умовами здійснення господарської діяльності [8, 10, 11]. Тому важливим показником переговорної компетентності є не лише здатність досягати домовленостей, а й уміння відмовлятися від економічно недоцільних або надмірно ризикованих угод.

Таким чином, ефективне використання переговорних стратегій дозволяє підприємцю поєднувати оперативне реагування на кризові обставини із захистом довгострокових інтересів бізнесу.

3. Оцінювання та напрями розвитку переговорного потенціалу підприємця

Для системного підвищення результативності бізнесу та забезпечення його життєздатності в умовах невизначеності виникає потреба в оцінюванні й цілеспрямованому розвитку переговорного потенціалу керівника та управлінської команди.

З цією метою пропонується концептуальний підхід до визначення Індексу переговорного потенціалу підприємця, який інтегрує чотири основні виміри: аналітично-когнітивний, емоційно-вольовий, комунікативно-поведінковий та соціально-ресурсний.

Індекс може бути представлений у вигляді:

$$I_{\text{пп}} = w_1A + w_2E + w_3C + w_4R,$$

де А — оцінка аналітично-когнітивної складової; Е — емоційно-вольової; С — комунікативно-поведінкової; R — соціально-ресурсної складової; w_1, w_2, w_3, w_4 — відповідні вагові коефіцієнти, сума яких дорівнює одиниці.

Для попереднього оцінювання може застосовуватися десятибальна шкала за кожною складовою. Водночас визначення вагових коефіцієнтів, конкретних індикаторів і критеріїв інтерпретації результатів потребує подальшого методичного обґрунтування та емпіричної перевірки. Отже, запропонований індекс на цьому етапі слід розглядати як концептуальну основу для розроблення інструменту діагностики, а не як апробовану методику.

Важливо також розмежовувати переговорний потенціал підприємця та фактичну результативність переговорів. Наявність розвинених переговорних компетентностей не гарантує досягнення позитивного результату, оскільки останній залежить від зовнішніх обставин, співвідношення ресурсів сторін і характеру їхніх інтересів. Тому оцінювання доцільно доповнювати аналізом економічної вигідності досягнутих угод, ступеня виконання домовленостей, впливу на ліквідність підприємства, збереження партнерських відносин і зниження господарських ризиків.

Основними напрямками підвищення переговорного потенціалу підприємницьких структур є перехід від переважно інтуїтивного ведення переговорів до запровадження системних корпоративних практик. Це передбачає регламентацію підготовки до відповідальних зустрічей, розроблення альтернативних сценаріїв, аналіз переговорних позицій контрагентів і проведення регулярних симуляційних тренувань для управлінського персоналу.

Важливим напрямом є також удосконалення договірних відносин шляхом передбачення процедур перегляду окремих умов співпраці у випадку істотних змін зовнішнього середовища. Застосування таких механізмів повинно здійснюватися відповідно до законодавства та узгоджених сторонами договірних положень. Поєднання формальних контрактів із довірчими партнерськими відносинами може сприяти підвищенню стабільності міжорганізаційної взаємодії [3].

Критично важливим напрямом розвитку переговорного потенціалу є свідоме розширення соціального капіталу підприємця шляхом участі в галузевих об'єднаннях, бізнес-асоціаціях і кластерних ініціативах. Завчасне формування мережі довірчих контактів та підтримання позитивної ділової репутації створюють передумови для оперативного пошуку партнерів і досягнення компромісів у кризових ситуаціях.

Окремої уваги потребує етичний аспект переговорної діяльності. В умовах невизначеності прагнення отримати короткострокову економічну вигоду може спонукати підприємців до використання інформаційної асиметрії, фінансової залежності контрагентів або інших форм надмірного переговорного тиску. Проте такі практики можуть негативно впливати на довіру, репутацію та перспективи подальшої співпраці. Проблематика етичного вибору під час переговорів розглядається, зокрема, у дослідженні D. Lax та J. Sebenius [7].

Отже, розвиток переговорного потенціалу підприємця повинен поєднувати вдосконалення індивідуальних компетентностей, упровадження організаційних процедур переговорної підготовки, розширення соціального капіталу та дотримання принципів відповідальної ділової поведінки.

Висновки:

За результатами проведеного дослідження сформульовано такі висновки.

1. Визначено сутність і структуру переговорного потенціалу підприємця як комплексного управлінського ресурсу, що поєднує аналітично-когнітивну, емоційно-вольову, комунікативно-поведінкову та соціально-ресурсну складові. Обґрунтовано, що в умовах невизначеності його значення полягає у здатності

підприємця формувати додаткові управлінські альтернативи, підтримувати партнерські відносини та адаптувати господарську діяльність до змін зовнішнього середовища.

2. Охарактеризовано переговорні стратегії та механізми забезпечення адаптивності бізнесу. Встановлено, що використання інтегративних переговорів, інструментів BATNA, ZOPA та MESOs, а також орієнтація на реальні інтереси контрагентів можуть сприяти врегулюванню конфліктів, перегляду умов співпраці й мінімізації негативних наслідків кризових ситуацій. Водночас результативність переговорів залежить від економічних можливостей підприємства, характеру інтересів сторін і наявності прийнятних альтернатив.

3. Запропоновано концептуальний підхід до оцінювання переговорного потенціалу підприємця на основі інтегрального показника, що враховує чотири його складові, та визначено основні напрями розвитку переговорних компетентностей. До них віднесено системну переговорну підготовку, аналіз альтернатив, проведення практичних тренувань, удосконалення договірних механізмів, розвиток соціального капіталу та дотримання етичних принципів взаємодії. Подальші дослідження доцільно спрямувати на обґрунтування індикаторів, визначення вагових коефіцієнтів і емпіричну перевірку запропонованої моделі оцінювання.

Таким чином, переговорний потенціал підприємця є важливим чинником адаптивності та стійкості бізнесу в умовах невизначеності, а його системний розвиток створює передумови для підвищення якості управлінських рішень і забезпечення довгострокової конкурентоспроможності підприємства.

Список літератури

1. Amoroso S., Moncada-Paternò-Castello P., Vezzani A. R&D profitability: the role of risk and Knightian uncertainty. *Small Business Economics*. 2017. Vol. 48. P. 331–343. DOI: 10.1007/s11187-016-9776-z.
2. Sarasvathy S. D. Causation and Effectuation: Toward a Theoretical Shift from Economic Inevitability to Entrepreneurial Contingency. *Academy of Management Review*. 2001. Vol. 26, No. 2. P. 243–263. DOI: 10.5465/amr.2001.4378020.
3. Poppo L., Zenger T. Do Formal Contracts and Relational Governance Function as Substitutes or Complements? *Strategic Management Journal*. 2002. Vol. 23, No. 8. P. 707–725. DOI: 10.1002/smj.249.
4. Thompson L. L., Wang J., Gunia B. C. Negotiation. *Annual Review of Psychology*. 2010. Vol. 61. P. 491–515. DOI: 10.1146/annurev.psych.093008.100458.
5. Sebenius J. K. Negotiation Analysis: A Characterization and Review. *Management Science*. 1992. Vol. 38, No. 1. P. 18–38. DOI: 10.1287/mnsc.38.1.18.
6. Leonardelli G. J., Gu J., McRuer G., Medvec V. H., Galinsky A. D. Multiple Equivalent Simultaneous Offers (MESOs) Reduce the Negotiator Dilemma: How a Choice of First Offers Increases Economic and Relational Outcomes. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*. 2019. Vol. 152. P. 64–83. DOI: 10.1016/j.obhdp.2019.01.007.

7. Lax D. A., Sebenius J. K. Three Ethical Issues in Negotiation. *Negotiation Journal*. 1986. Vol. 2, No. 4. P. 363–370. DOI: 10.1111/j.1571-9979.1986.tb00377.x
8. Ахметов І.Р., Левківська Л.М., Павлюк Н.В. Соціальна природа організації: баланс формальних і неформальних структур у сучасному управлінні. *Global scientific dialogue: challenges, innovations, and future horizons*. Proceedings of the III International scientific and practical conference (September 22–25, 2026) Hamburg, Germany. International Science Group. 2026. P. 143-147.
9. Ахметов І.Р., Андрієвська Л.Ф. Роль комунікацій у процесі управління. *Наукові ініціативи 2026: національна візія, світові тенденції та виклики глобалізації* : матеріали XIV Всеукр. наук.-практ. конф. (29-30 квіт. 2026 р., ЖІ ПрАТ «ВНЗ «МАУП», м. Житомир). ЖІ ПрАТ «ВНЗ «МАУП», 2026. С. 24-26.
10. Левківська Л.М., Ахметов І.Р. Бізнес-нетворкінг та переговорні практики у системі В2В-комунікації в умовах цифрової трансформації. *Актуальні питання економічних наук*. 2026. № 23. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.20426365>
11. Ахметов І., Сергеев Є. Роль людини в системі управління: трансформація від «ресурсу» до людського капіталу. *The modern world and scientific research: challenges, forecasts, solutions*. Proceedings of the XXI International Scientific and Practical Conference (26-29 May 2026). Hamburg, Germany. International Science Group. 2026. P. 160-166. URL: <https://isg-konf.com/the-modern-world-and-scientific-research-challenges-forecasts-solutions/>

УПРАВЛІННЯ КОНФЛІКТАМИ В ОРГАНІЗАЦІЇ: ПРИЧИНИ, НАСЛІДКИ ТА МЕХАНІЗМИ КОНСТРУКТИВНОГО ВРЕГУЛЮВАННЯ

Ахметов Ілляс Рустамович

к.е.н., доцент кафедри економіки, управління та бізнес-адміністрування,
Житомирський інститут ПрАТ «ВНЗ «МАУП»»,
м. Житомир, Україна

Левківська Лариса Миколаївна

к. е. н., доцент, доцент кафедри економіки, підприємництва і туризму,
Поліський національний університет
м. Житомир, Україна

Гуланова Ольга Олексіївна

здобувач освіти
Житомирський інститут ПрАТ «ВНЗ «МАУП»»,
м. Житомир, Україна

Мошковська Дарина Віталіївна

здобувач освіти
Науковий ліцей Житомирського державного університету ім. І. Франка
м. Житомир, Україна

Конфлікт є природною складовою організаційного життя, оскільки працівники мають різні цілі, ролі, цінності та уявлення про справедливість. Його виникнення не завжди свідчить про неефективне управління, проте ігнорування суперечностей здатне погіршувати координацію, довіру, якість управлінських рішень та результати спільної діяльності. Сучасні дослідження організаційної поведінки засвідчують, що наслідки конфліктів залежать від їхнього змісту, інтенсивності та способів взаємодії учасників [1; 2]. Предметна незгода за певних умов може сприяти критичному оцінюванню рішень, тоді як особисті напади, боротьба за статус і приховування інформації посилюють організаційну напруженість. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю формування системного підходу до управління конфліктами, який дозволяє запобігати їхнім деструктивним наслідкам, підтримувати психологічну безпеку працівників та використовувати конструктивний потенціал професійних розбіжностей.

Мета дослідження – обґрунтувати системний підхід до управління конфліктами в організації шляхом визначення їх сутності, причин, динаміки та методів конструктивного врегулювання, спрямованих на зменшення організаційних втрат і підвищення ефективності взаємодії працівників.

Об'єкт дослідження – процес конфліктної взаємодії працівників і груп у межах організації.

Предмет дослідження – причини, види, динаміка та управлінські механізми попередження і конструктивного врегулювання організаційних конфліктів.

Завдання дослідження: розкрити сутність, види та функції організаційного конфлікту; визначити основні причини й етапи його розвитку; охарактеризувати практичні методи попередження та врегулювання конфліктів; систематизувати послідовність дій керівника щодо діагностики конфліктної ситуації, пошуку рішення та контролю його виконання.

Методи дослідження – аналіз і синтез наукової літератури, порівняння підходів до управління конфліктами, систематизація їх причин і наслідків, узагальнення практичних методів врегулювання.

1. Сутність, види та функції організаційного конфлікту.

Організаційний конфлікт є усвідомленою несумісністю інтересів, цілей, оцінок або способів дії учасників спільної роботи. Він виникає, коли хоча б одна сторона сприймає відмінність позицій як перешкоду чи загрозу. Конфлікт охоплює зміст суперечності, емоційне ставлення і поведінку, через яку сторони захищають власні інтереси. Тому одна проблема в одній команді може вирішуватися дискусією, а в іншій – породжувати взаємні звинувачення.

Сучасний підхід не зводить управління конфліктами до усунення всіх розбіжностей. Предметна незгода може виявляти помилки, розширювати вибір альтернатив і захищати команду від некритичної одностайності. Натомість особисті напади, боротьба за статус і приховування інформації роблять суперечність деструктивною. Отже, управління конфліктом починається з розмежування предмета спору та особистої реакції на нього.

За наслідками конфлікти поділяють на функціональні та дисфункціональні, проте їх оцінювання залежить від контексту й способу взаємодії. Функціональна незгода може стимулювати перевірку аргументів, допомагати враховувати позиції меншості та підтримувати організаційне навчання. Дисфункціональний конфлікт відволікає ресурси, послаблює співпрацю, руйнує довіру та підвищує ризик плинності кадрів.

Дослідження К. А. Jehn засвідчило, що наслідки внутрішньогрупових конфліктів залежать від характеру завдань, взаємозалежності учасників та групових норм [1]. Водночас метааналіз F. R. C. de Wit, L. L. Greer і К. А. Jehn виявив стійкий негативний зв'язок конфліктів відносин і процесу з результатами групової діяльності, тоді як наслідки конфліктів завдань виявилися складнішими та залежними від умов [2]. Таким чином, різні думки самі по собі не гарантують позитивного результату, особливо якщо команда переходить від обговорення проблеми до особистих звинувачень.

За рівнем виникнення розрізняють внутрішньоособистісні, міжособистісні, внутрішньогрупові та міжгрупові конфлікти. За змістом виділяють конфлікти завдань, відносин і процесу, тобто суперечки щодо результату роботи, характеру взаємодії або розподілу обов'язків [7; 8]. Наприклад, заперечення щодо

виробничого плану може сприяти його вдосконаленню, але приниження автора пропозиції руйнує робочі відносини.

Важливого значення набуває формування конфліктно-позитивної організації, яка створює правила безпечного висловлення незгоди та спільного пошуку рішень. D. Tjosvold обґрунтовує, що належне управління конфліктами може підвищувати результативність командної взаємодії, тоді як конкурентна орієнтація учасників часто сприяє уникненню суперечностей або їх ескалації [3].

Отже, цінність організаційного конфлікту визначається не лише його предметом, а й формою взаємодії, управлінським контекстом та впливом на досягнення спільної мети.

2. Причини та етапи розвитку організаційних конфліктів.

Причини конфліктів необхідно шукати у структурі роботи, комунікації та поведінці людей. Їх породжують обмежені ресурси, несумісні показники результативності, нечіткі повноваження, взаємозалежність завдань і нерівномірне навантаження.

Наприклад, відділ продажу обіцяє клієнтові швидкість виконання замовлення, а виробничий підрозділ відповідає за якість продукції. За відсутності спільних пріоритетів сторони захищають власні показники та сприймають колег як джерело проблеми. У такій ситуації персональна бесіда не замінить перегляду цілей, розподілу відповідальності та правил міжфункціональної координації.

Комунікаційними причинами конфліктів є двозначні доручення, запізнений зворотний зв'язок, різне розуміння термінів і замовчування фактів. Особистісні відмінності посилюють напруження, коли опонентів приписують негативні наміри без перевірки обставин. Відтак конфлікт може виникати навіть за відсутності об'єктивно несумісних інтересів, якщо сторони по-різному інтерпретують одну ситуацію.

Розвиток конфлікту доцільно розглядати як послідовність взаємопов'язаних етапів: прихована несумісність інтересів або очікувань; усвідомлення суперечності; формування емоційного напруження; відкрита конфліктна поведінка; врегулювання або ескалація; організаційні та міжособистісні наслідки [9; 10].

Раннє уточнення очікувань зазвичай потребує менше ресурсів, ніж відновлення зруйнованої довіри. Тому керівник має помічати не лише відкриті суперечки, а й повторювані затримки, уникання контактів, сарказм, формальну пасивність або погіршення міжпідрозділової взаємодії.

Діагностика конфлікту передбачає встановлення учасників, предмета суперечності, фактичних обставин, інтересів сторін, владного балансу та наслідків для роботи. Кожну сторону варто окремо запитати, що сталося, чого вона потребує, які має докази та очікування. Керівник повинен перевіряти інформацію, оскільки емоційна версія подій часто змішує спостереження, оцінки та припущення.

Особливу увагу необхідно приділяти відмінності між міжособистісним конфліктом і конфліктом, спричиненим організаційною системою. Якщо

суперечність виникає через нечіткі повноваження, суперечливі КРІ або дефіцит ресурсів, спроба обмежитися примиренням працівників не усуває першопричини. У такому випадку управлінське рішення має передбачати зміну процесів, правил або механізмів координації.

Таким чином, визначення джерела й етапу конфлікту дозволяє обрати адресне втручання замість формального заклику до примирення.

3. Практичні методи попередження та конструктивного врегулювання конфліктів.

Управління організаційними конфліктами передбачає вибір способу реагування відповідно до змісту суперечності, інтересів учасників, часових обмежень і можливих наслідків для організації.

Базовими способами поведінки в конфлікті є співробітництво, компроміс, пристосування, конкуренція та уникнення. Співробітництво доречне для важливих питань, коли сторони можуть дослідити взаємні інтереси та знайти рішення, яке враховує потреби обох учасників. Компроміс прискорює домовленість через взаємні поступки, але іноді залишає першопричину без належного опрацювання [10]. Пристосування може бути виправданим, коли збереження відносин важливіше за предмет конкретної суперечки. Конкуренція іноді необхідна в кризових ситуаціях або для забезпечення дотримання обов'язкових правил, тоді як уникнення може бути корисним для тимчасової паузи чи вирішення другорядного питання.

Отже, жоден стиль не є універсально ефективним. Керівник має співвідносити спосіб дії з важливістю питання, часом, ризиками та характером відносин. Теоретичні засади вибору стратегій управління конфліктами систематизовано у праці М. А. Rahim [4].

Практичне врегулювання починається із припинення образ, погроз або інших неприйнятних форм поведінки та створення умов для розмови без тиску. Керівник нейтрально формулює проблему, відокремлює факти від оцінок і вислуховує інтереси кожної сторони. Далі учасники пропонують варіанти вирішення суперечності, порівнюють їх за спільними критеріями та обирають конкретне рішення. Домовленість доцільно зафіксувати із зазначенням відповідальних осіб, строків і очікуваних результатів, а згодом перевірити її виконання та стан робочих відносин.

Такий порядок переводить увагу з пошуку винного на необхідні зміни в поведінці або організаційному процесі. Водночас важливо, щоб обговорення різних позицій не перетворювалося на особисту боротьбу. Дослідження L. A. DeChurch та M. A. Marks демонструє значення способів управління конфліктами для використання потенційних переваг предметних суперечностей у командній роботі [5].

Якщо прямі переговори зайшли у глухий кут, можна залучити нейтрального медіатора, який організовує процедуру обговорення без нав'язування сторонам готового рішення. Медіація особливо доречна за наявності тривалих міжособистісних суперечностей, коли сторони втратили здатність самотійно вести конструктивний діалог. Проте вона не повинна підміняти належне

реагування на насильство, дискримінацію, домагання чи інші серйозні порушення прав працівників.

Важливою умовою попередження конфліктів є психологічна безпека — переконання працівників у тому, що вони можуть ставити запитання, повідомляти про помилки та висловлювати незгоду без страху приниження або необґрунтованого покарання. Дослідження А. Edmondson встановило зв'язок між психологічною безпекою та навчальною поведінкою команд, що підкреслює значення відкритої комунікації для організаційної результативності [6].

Таким чином, результативне управління конфліктами повинно поєднувати профілактику, ранню діагностику, вибір доречного втручання, документування домовленостей і контроль наслідків.

4. Алгоритм управлінських дій щодо попередження та врегулювання конфліктів.

Узагальнення розглянутих підходів дозволяє запропонувати послідовний алгоритм дій керівника.

Перший етап — виявлення конфліктної ситуації. Необхідно своєчасно ідентифікувати ознаки напруженості, з'ясувати учасників і визначити, як суперечність впливає на виконання організаційних завдань.

Другий етап — діагностика причин. Керівник встановлює предмет конфлікту, розмежовує факти й оцінки, визначає інтереси сторін та перевіряє наявність структурних, комунікаційних і особистісних чинників.

Третій етап — вибір стратегії втручання. Залежно від характеру конфлікту застосовують співробітництво, компроміс, управлінське рішення, тимчасове відтермінування обговорення або медіацію.

Четвертий етап — формування та погодження рішення. Сторони визначають можливі альтернативи, оцінюють їх за узгодженими критеріями та встановлюють конкретні зобов'язання щодо подальшої взаємодії.

П'ятий етап — реалізація та контроль. Забезпечується виконання домовленостей, оцінюються зміни в поведінці учасників, якості комунікації та результатах спільної діяльності.

Шостий етап — профілактика повторення конфлікту. За необхідності переглядаються організаційні процедури, розподіл повноважень, показники результативності, механізми зворотного зв'язку та правила командної взаємодії.

Запропонований алгоритм є результатом теоретичного узагальнення й орієнтований на практичне використання керівниками. Його особливістю є поєднання роботи з міжособистісними суперечностями та усунення організаційних причин, що можуть провокувати повторне виникнення конфліктів.

Висновки. Проведений аналіз показав, що конфлікт закономірно виникає у спільній діяльності людей із різними інтересами, ролями та оцінками. Його не можна однозначно визначити як корисний або шкідливий без урахування предмета, інтенсивності та поведінки сторін. Предметна незгода може покращувати перевірку управлінських рішень, якщо учасники зберігають повагу

й орієнтуються на спільну мету. Натомість конфлікти відносин, приниження та боротьба за статус руйнують довіру й відволікають організаційні ресурси.

Встановлено, що джерела конфліктів можуть бути структурними, комунікаційними та особистісними, причому часто вони діють одночасно. Нечіткі повноваження, суперечливі показники результативності та дефіцит ресурсів не усуваються простим закликом до взаємної поваги. Водночас навіть ефективно організовані процеси не гарантують відсутності конфліктів, якщо працівники переходять до особистих звинувачень і не перевіряють власні припущення.

Обґрунтовано, що практичне врегулювання конфліктів має охоплювати нейтральне формулювання проблеми, вислуховування сторін, пошук альтернатив, вибір критеріїв оцінювання та фіксацію домовленостей. Співробітництво є доцільним для вирішення важливих питань, проте інші стилі також можуть бути ефективними залежно від конкретних обставин. За неможливості прямого діалогу доцільно розглядати медіацію за участю неупередженої третьої сторони.

За результатами систематизації наукових підходів запропоновано шестиступеневий алгоритм управління конфліктами, який охоплює їх виявлення, діагностику причин, вибір стратегії, погодження рішення, контроль виконання та профілактику повторення. Його застосування дозволяє розглядати конфлікт не лише як міжособистісну проблему, а й як сигнал про можливі недоліки організаційної структури, управлінських процесів або комунікації.

Таким чином, ефективне управління конфліктами полягає не у придушенні розбіжностей, а у створенні умов для їх конструктивного обговорення, своєчасного усунення причин та збереження професійних відносин. Поєднання чіткого розподілу відповідальності, психологічної безпеки, відкритого зворотного зв'язку та компетентного управлінського втручання сприяє підвищенню якості рішень, довіри й організаційної стійкості.

Список літератури

1. Jehn K. A. A Multimethod Examination of the Benefits and Detriments of Intragroup Conflict. *Administrative Science Quarterly*. 1995. Vol. 40, № 2. P. 256–282. DOI: <https://doi.org/10.2307/2393638>.
2. de Wit F. R. C., Greer L. L., Jehn K. A. The Paradox of Intragroup Conflict: A Meta-Analysis. *Journal of Applied Psychology*. 2012. Vol. 97, № 2. P. 360–390. DOI: <https://doi.org/10.1037/a0024844>.
3. Tjosvold D. The Conflict-Positive Organization: It Depends upon Us. *Journal of Organizational Behavior*. 2008. Vol. 29, № 1. P. 19–28. DOI: <https://doi.org/10.1002/job.473>.
4. Rahim M. A. Toward a Theory of Managing Organizational Conflict. *International Journal of Conflict Management*. 2002. Vol. 13, № 3. P. 206–235. DOI: <https://doi.org/10.1108/eb022874>.

5. DeChurch L. A., Marks M. A. Maximizing the Benefits of Task Conflict: The Role of Conflict Management. *International Journal of Conflict Management*. 2001. Vol. 12, № 1. P. 4–22. DOI: <https://doi.org/10.1108/eb022847>.
6. Edmondson A. Psychological Safety and Learning Behavior in Work Teams. *Administrative Science Quarterly*. 1999. Vol. 44, № 2. P. 350–383. DOI: <https://doi.org/10.2307/2666999>.
7. Ахметов І. Р., Левківська Л. М., Булуй О. Г. Вплив штучного інтелекту на управління та конкурентоспроможність бізнесу. *Актуальні питання економічних наук*. 2026. № 22. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.20761208>.
8. Ахметов І. Р., Левківська Л. М. Методологія дослідження адаптації систем управління підприємствами до умов соціально-політичної невизначеності. *Здобутки економіки: перспективи та інновації*. 2026. № 30. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.20751944>.
9. Ахметов І. Р., Левківська Л. М., Павлюк Н. В. Соціальна природа організації: баланс формальних і неформальних структур у сучасному управлінні. *Global scientific dialogue: challenges, innovations, and future horizons*. Proceedings of the III International scientific and practical conference (September 22–25, 2026) Hamburg, Germany. International Science Group. 2026. P. 143-147.
10. Ахметов І. Р., Левківська Л. М., Булуй О. Г. Методологічні засади дослідження адаптації систем управління підприємствами до соціально-політичних та демографічних викликів розвитку бізнесу і територій. *Modern technologies and people: new opportunities for the development of society*. Proceedings of the XXV International Scientific and Practical Conference (June 23-26, 2026). Berlin, Germany. International Science Group. 2026. P. 198-206. URL: <https://isg-konf.com/modern-technologies-and-people-new-opportunities-for-the-development-of-society>

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТРАНСПОРТНІ СИСТЕМИ (ITS) У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНОЇ ГАЛУЗІ

Неделько Анастасія Юріївна

Студентка 5 курсу,
Спеціальності 073 Менеджмент (Логістичний менеджмент)
Одеського національного морського університету, Україна

Інтелектуальні транспортні системи (ITS) стають ключовим інструментом забезпечення сталого розвитку транспортної галузі у XXI столітті. Завдяки інтеграції інформаційно-комунікаційних технологій, аналітики даних, Інтернету речей (IoT) та автоматизованих систем управління, транспортні системи переходять від традиційних моделей функціонування до ефективних, адаптивних і екологічно орієнтованих рішень. Для сучасних міст і логістичних систем ITS виступають стратегічним ресурсом, що забезпечує оптимізацію використання ресурсів, зменшення негативного впливу на довкілля та підвищення якості життя населення [1].

Екологічна складова ITS як основа сталого розвитку

Інтелектуальні транспортні системи сприяють зменшенню екологічного навантаження, трансформуючи транспорт у більш «зелений» сектор економіки.

- Оптимізація транспортних потоків дозволяє зменшити затори та скоротити час простою транспортних засобів.

- Зниження споживання пального сприяє скороченню викидів CO₂ та інших шкідливих речовин.

- Підтримка розвитку електротранспорту та альтернативних видів мобільності [2].

Дослідження показують, що впровадження ITS значно знижує рівень забруднення повітря та підвищує енергоефективність транспортних систем.

ITS як інструмент підвищення соціальної ефективності

Інтелектуальні транспортні системи відіграють важливу роль у покращенні соціальних аспектів сталого розвитку, оскільки спрямовані на підвищення безпеки, доступності та зручності транспортних послуг. Завдяки впровадженню сучасних систем моніторингу забезпечується можливість оперативного реагування на дорожньо-транспортні пригоди, що дозволяє зменшити їхні наслідки та підвищити рівень безпеки учасників дорожнього руху. Водночас розвиток інформаційних сервісів, зокрема мобільних додатків і систем навігації, значно спрощує користування транспортом, надаючи користувачам актуальну інформацію про маршрути, затори та час прибуття.

Крім того, оптимізація транспортних потоків за допомогою ITS сприяє скороченню часу поїздок, що безпосередньо впливає на підвищення якості життя

населення. Важливим аспектом є також забезпечення доступності транспортних послуг для маломобільних груп населення, що сприяє соціальній інклюзії та рівності. Загалом, аналітичні дослідження підтверджують, що впровадження інтелектуальних транспортних систем сприяє зниженню рівня аварійності та підвищенню загальної безпеки дорожнього руху .

Інтеграція ITS і цифрових технологій: ефективність управління

Сучасні ITS активно інтегруються з цифровими технологіями, формуючи основу для ефективного управління транспортною інфраструктурою.

- ☐ Використання IoT забезпечує збір даних у реальному часі.
- ☐ Аналітичні системи обробляють дані для прогнозування трафіку та навантаження.

- ☐ Цифрові платформи дозволяють координувати транспортні потоки.

Наприклад, дослідження показують, що поєднання IoT, аналітики даних та автоматизованих систем управління дозволяє створювати адаптивні транспортні системи, здатні реагувати на зміни в режимі реального часу[3].

Інтелектуальні транспортні системи забезпечують значні економічні переваги завдяки оптимізації ресурсів і підвищенню продуктивності.

- ☐ Зменшення витрат на паливо та обслуговування транспорту.
- ☐ Оптимізація логістичних процесів і маршрутів.
- ☐ Підвищення ефективності використання інфраструктури.
- ☐ Скорочення часу доставки та транспортних витрат.

Згідно з дослідженнями, впровадження ITS сприяє підвищенню економічної ефективності транспортних систем та конкурентоспроможності підприємств.

Інтелектуальні системи управління як стратегічний інструмент

Інтелектуальні транспортні системи забезпечують перехід від традиційних підходів до управління транспортом, що базуються на статичних правилах і людському досвіді, до автоматизованого та адаптивного прийняття рішень. Завдяки використанню сучасних технологій управління дорожнім рухом стає більш гнучким і ефективним. Зокрема, адаптивні світлофори змінюють режими роботи відповідно до реального транспортного навантаження, що дозволяє оптимізувати рух і зменшити затори.

Крім того, системи прогнозування, які використовують аналітику даних і алгоритми моделювання, дають можливість завчасно виявляти потенційні перевантаження дорожньої мережі та запобігати їх виникненню. Важливу роль відіграють також аналітичні панелі, які надають керівникам доступ до ключових показників ефективності (KPI) у режимі реального часу, що підвищує обґрунтованість управлінських рішень. У сукупності це забезпечує перехід до стратегічного управління транспортною системою на основі даних, підвищуючи її ефективність, адаптивність і стійкість[4].

ITS і концепція сталого міського розвитку

Інтелектуальні транспортні системи є невід'ємною складовою концепції «розумного міста» (Smart City), забезпечуючи інтеграцію транспортної системи з іншими міськими сервісами.

- ☐ Інтеграція транспорту з енергетичними та інформаційними системами.
- ☐ Розвиток сервісів мобільності (MaaS).
- ☐ Підтримка сталого міського планування.

Завдяки цьому ITS сприяють формуванню екологічно безпечного, ефективного та комфортного міського середовища[5].

Інтелектуальні транспортні системи відіграють ключову роль у забезпеченні сталого розвитку транспортної галузі. Вони сприяють зниженню екологічного навантаження, підвищенню соціальної безпеки та економічної ефективності.

ITS формують нову парадигму розвитку транспортних систем, де ефективність, екологічність і цифровізація стають основними пріоритетами. У майбутньому саме рівень впровадження інтелектуальних технологій визначатиме стійкість і конкурентоспроможність транспортних систем на глобальному рівні.

Список літератури

1. Бойко М. О., Кравченко І. В. Інтелектуальні транспортні системи як складова сталого розвитку міст – Економіка та держава. – 2022. – № 10. – С. 45–49.
2. Козаченко Г. В., Погорєлова Т. О. Екологічні аспекти розвитку транспортних систем – Вісник економіки транспорту і промисловості. – 2021. – № 75. – С. 112–118.
3. Мельник Л. Г., Кубатко О. В. Соціальні аспекти сталого розвитку транспортної інфраструктури – Економіка України. – 2020. – № 3. – С. 67–75.
4. Іванов С. В., Петрова Н. О. Цифровізація транспортних систем та роль IoT – Науковий вісник Хмельницького національного університету. – 2023. – № 2. – С. 88–94.
5. Воробець Є., Хмелюк А., та ін. Роль аналітики даних в ухваленні управлінських рішень у логістиці посередницької діяльності – Financial and Credit Activity: Problems of Theory and Practice. – 2024. – Т. 4, № 57. – С. 65–74.

ФОРМУВАННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА НА ОСНОВІ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ТА АНАЛІЗУ ВЕЛИКИХ ДАНИХ

Разумова Ганна Вікторівна,
доктор економічних наук, професор
професор кафедри менеджменту та маркетингу

Коляда Сергій Анатолійович,
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти
ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет»

Цифровізація бізнес-процесів змінює підходи до формування конкурентних переваг підприємств. Важливим ресурсом конкурентоспроможності стають дані про ринкову кон'юнктуру, споживчу поведінку, ціни, витрати, виробничі процеси та фінансові результати. Проте економічна цінність таких даних визначається не їх обсягом, а здатністю підприємства використовувати їх для виявлення закономірностей, прогнозування змін і розроблення результативних управлінських рішень [1; 5].

У цьому контексті машинне навчання виступає інструментом перетворення великих масивів інформації на аналітичні результати, які можуть використовуватися для посилення конкурентних позицій підприємства. Водночас використання відповідних технологій не створює конкурентної переваги автоматично: необхідною умовою є інтеграція результатів аналізу в управлінські процеси та отримання вимірюваного економічного ефекту [6].

Для систематизації напрямів такого впливу доцільно виокремити шість складових конкурентоспроможності підприємства: ринково-маркетингову, цінову, операційну, фінансово-економічну, інноваційну та управлінсько-адаптивну.

Ринково-маркетингова складова пов'язана зі здатністю підприємства розуміти потреби споживачів, сегментувати ринок і формувати релевантні пропозиції. Застосування кластеризації та класифікації дає змогу аналізувати клієнтську поведінку, виявляти однорідні групи споживачів і прогнозувати ймовірність їх відтоку. Практичним результатом може бути підвищення ефективності маркетингових заходів і поліпшення роботи з клієнтською базою.

Цінова складова посилюється завдяки використанню регресійних і прогнозних моделей для аналізу залежності попиту від ціни та інших ринкових факторів. Отримані результати можуть використовуватися для обґрунтування коригування цінової політики з урахуванням поведінки споживачів і ринкової кон'юнктури. Потенційний економічний ефект проявляється в оптимізації доходу та маржинальності.

Операційна складова пов'язана з продуктивністю використання ресурсів, управлінням запасами, виробництвом і логістикою. Прогнозування попиту та аналіз часових рядів сприяють удосконаленню планування виробничих обсягів і ресурсних потреб. Виявлення аномалій дає змогу своєчасно ідентифікувати відхилення в бізнес-процесах. Це створює передумови для скорочення непродуктивних витрат і підвищення операційної ефективності.

Фінансово-економічна складова може посилюватися за рахунок прогнозування доходів і витрат, оцінювання ризиків та виявлення нетипових фінансових операцій. Використання відповідних моделей забезпечує інформаційну основу для управління фінансовими ресурсами та зниження потенційних втрат.

Інноваційна складова формується через аналіз ринкової, споживчої та технологічної інформації. Виявлення нових тенденцій і незадоволених потреб споживачів створює можливості для пошуку перспективних напрямів розвитку продукції, послуг і бізнес-рішень.

Управлінсько-адаптивна складова характеризує здатність підприємства оперативно реагувати на зміни зовнішнього та внутрішнього середовища. Прогнозні моделі, класифікація та виявлення аномалій забезпечують раннє отримання інформації про потенційні ризики й відхилення, сприяючи підвищенню обґрунтованості управлінських рішень.

Зазначені складові є взаємопов'язаними. Наприклад, точніше прогнозування попиту може одночасно поліпшувати виробниче планування, оптимізувати запаси, зменшувати витрати та сприяти підвищенню якості обслуговування клієнтів. Відповідно, результати застосування машинного навчання можуть впливати на декілька компонентів конкурентоспроможності одночасно.

На основі узагальнення зазначених взаємозв'язків запропоновано розглядати механізм формування конкурентних переваг як послідовність: великі дані → машинне навчання → аналітичний результат → управлінське рішення → зміна показників діяльності → економічний ефект → посилення відповідної складової конкурентоспроможності.

Ключовою ланкою цього механізму є трансформація аналітичного результату в управлінське рішення. Якщо результати моделі не інтегровані в бізнес-процеси, сам факт використання машинного навчання не забезпечує підвищення конкурентоспроможності. Тому оцінювання результативності впровадження має передбачати зіставлення очікуваних і фактичних змін показників діяльності з витратами на розроблення, інтеграцію та підтримку відповідних технологій.

Реалізація конкурентного потенціалу машинного навчання залежить від якості та актуальності даних, технологічної й кадрової готовності підприємства, економічної доцільності впровадження, інформаційної безпеки та можливості інтерпретації результатів моделей. Недостатня увага до цих умов може обмежувати практичну цінність аналітичних рішень [5; 7].

Отже, машинне навчання та аналіз великих даних доцільно розглядати як інструменти аналітичного забезпечення конкурентоспроможності підприємства.

Їхній вплив має опосередкований характер і реалізується через управлінські рішення, зміни операційних і фінансових показників та формування економічних результатів.

Список літератури

1. McKinsey Global Institute. *Big Data: The Next Frontier for Innovation, Competition, and Productivity*. 2011. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/tech-and-ai/our-insights/big-data-the-next-frontier-for-innovation.pdf>
2. IBM. What is Big Data Analytics? URL: <https://www.ibm.com/think/topics/big-data-analytics>
3. OECD. *Data-Driven Innovation: Big Data for Growth and Well-Being*. Paris: OECD Publishing, 2015. <https://doi.org/10.1787/9789264229358-en>
4. Ismaylov T., Kurbanbaev B., Orazbayev A. Leveraging Machine Learning for Big Data Analytics: A Strategic Overview. *Yashil Iqtisodiyot Va Taraqqiyot Jurnal*. 2025. Vol. 3. № 6. P. 15–18. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15791822>
5. Gonnade P., Ridhorkar S. Business Decision Making through Big Data Analytics using Machine Learning Technique. *International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering*. 2024. Vol. 12. № 4. P. 3057–3063. URL: <https://ijisae.org/index.php/IJISAE/article/view/6798/5679>
6. Дашко І. М., Никончук Г. В. Вплив штучного інтелекту на процеси прийняття управлінських рішень. *Економічний простір*. 2025. № 204. С. 82–88. <https://doi.org/10.30838/EP.204.82-88>

WAYS TO IMPROVE THE OPERABILITY OF FRICTION SHEET FEEDERS

Zenkin Mykola

Doctor of Sciences in Engineering, Professor
Department of Printing Machines and Automated Complexes,
Educational and Scientific Institute for Publishing and Printing,
National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute »

Korotaiev Maksym

Student
Department of Printing Machines and Automated Complexes
Educational and Scientific Institute for Publishing and Printing
National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Problem statement. Friction sheet feeders are used in folding, collating, binding and other post-press machines, as well as in small-format printing equipment, where sheets must be separated one by one from a stack with a simple design and a moderate cost of the device. Since the productivity of printing and packaging machines is largely limited by the capabilities of the sheet feeding system [1], improving the operability of this unit directly affects machine productivity, the share of defective output and downtime. The main failures of friction feeders are a missed sheet, double feeding, sheet skew, and a gradual decrease in feeding reliability caused by wear and contamination of the friction elements. The improvement of the operational properties of printing equipment has been addressed in works by Ukrainian authors [2]; for friction feeders it means, first of all, preserving the stability of frictional interaction in the “feeding element – sheet – sheet – retard element” system throughout the entire service life.

Analysis of recent research and publications. The physical basis of frictional separation is the relationship between friction coefficients: the coefficients of friction of the feeding and retarding elements with paper must exceed the coefficient of friction between sheets [3]. For a system with a feed roller and a retard roller connected to a torque limiter, the patent literature gives the conditions for feeding the first sheet and returning the second one, together with their correction for the adhesion force between sheets; it is shown that the growth of adhesion with a variety of papers shifts the working region toward higher loads and torques, which increases the requirements for preserving the friction coefficient and the wear resistance of the rollers [3]. The physical causes of variability of the friction coefficient of rubber elements are summarized in the review [4]: the friction coefficient of rubber is formed by viscoelastic and adhesive components and depends on sliding speed, temperature, surface condition and contamination; “static” friction depends on the contact history,

and the wear rate of rubber is strongly related to the friction coefficient [4]. For conditions of uncertain friction, a stochastic algorithm has been proposed that repeats simple “feed – return” operations while monitoring sheet overlap by high-speed vision; a single sheet was experimentally separated from a stack of small-format samples [5]. An alternative approach is air loosening of the stack: for a stack of paper labels it was shown that the viscous force of the air flow provides the initial separation, and the throughput exceeds 3600 sheets/min at a reliability of 99.99% [6]. At the same time, according to the results of the review, comprehensive studies that combine material, design and control measures specifically for friction feeders of printing equipment are insufficiently represented in the available sources of recent years; a significant part of the results relates to office equipment and requires adaptation.

Aim of the work. To determine the ways of improving the operability of friction sheet feeders on the basis of an analysis of the conditions of sheet-by-sheet separation, the factors of degradation of the friction pair and modern approaches to materials, design and control, and to propose a calculation estimate of the operability margin.

Main body. 1. Operability conditions and the pressing-force “window”. According to the model of a system with a feed roller and a retard roller [3], feeding of the first sheet is possible if the feeding force, equal to the product of the friction coefficient μ_r and the pressing force P_B , exceeds the total resistance - the return force T_A of the torque limiter and the resistance between sheets; return of the second sheet is ensured if T_A exceeds the total force transmitted to the second sheet. Taking into account the adhesion force between sheets Q [3], these conditions take the form:

$$P_B > (T_A + \mu_p G + Q) / \mu_r, \quad (1)$$

$$P_B < (T_A - 2Q) / \mu_p - 3G, \quad (2)$$

where P_B is the pressing force of the retard roller against the feed roller; T_A is the return (retarding) force; G is the weight of a sheet; μ_r , μ_p are the coefficients of friction “roller – sheet” and “sheet – sheet”; Q is the adhesion force between sheets, independent of the load [3]. Inequalities (1), (2) define a “window” of forces $[P_{\min}; P_{\max}]$ between the non-feed boundary and the double-feed boundary. For friction feeders with a stationary retard pad, T_A should be replaced by the friction force of the pad, and conditions (1), (2) should be used as a calculation analogy. Taking into account the scatter of parameters, it is proposed to estimate the “worst-case” boundaries of the window:

$$P_{\min}^* = (T_{\max} + \mu_{p,\max} G + Q_{\max}) / \mu_{r,\min}, \quad (3)$$

$$P_{\max}^* = (T_{\min} - 2Q_{\max}) / \mu_{p,\max} - 3G, \quad (4)$$

and the feeder is considered operable if $P_{\min}^* < P_B < P_{\max}^*$. Then a decrease in $\mu_{r,\min}$ caused by wear and contamination raises $P_{\min}^*$, while an increase in $Q_{\max}$ and $\mu_{p,\max}$ for new (glossy, coated) papers simultaneously raises $P_{\min}^*$ and lowers $P_{\max}^*$, narrowing

the window. The critical value of the friction coefficient of the feeding element at a given P_B , and the service life by the friction criterion N_{res} , are determined as:

$$\mu_{r,cr} = (T_{max} + \mu_{p,max}G + Q_{max}) / P_B, \quad \mu_r(N_{res}) = \mu_{r,cr}, \quad (5)$$

where N is the number of fed sheets. The optimal pressing force, which gives the largest minimum margin to both boundaries, corresponds to the middle of the window:

$$P_{B,opt} = (P^*_{min} + P^*_{max}) / 2. \quad (6)$$

To compare design variants and operating modes, it is convenient to use the relative width of the window:

$$K_w = (P^*_{max} - P^*_{min}) / (P^*_{max} + P^*_{min}), \quad (7)$$

with operability preserved at $K_w > 0$, and the minimum permissible value of K_w to be established from tests of a specific feeder. For illustration, consider a calculation with conditional (non-experimental) initial data: $G = 0.05$ N; $T_{min} = 2.0$ N; $T_{max} = 2.4$ N; $Q_{max} = 0.1$ N; $\mu_{p,max} = 0.45$. For a new feeding element ($\mu_{r,min} = 1.2$), Eqs. (3), (4) give $P^*_{min} \approx 2.10$ N and $P^*_{max} \approx 3.85$ N, i.e. the window is 1.75 N ($K_w \approx 0.29$), and Eq. (6) gives $P_{B,opt} \approx 2.98$ N. After wear and contamination, when $\mu_{r,min}$ has dropped to 0.8, P^*_{min} rises to ≈ 3.15 N at an unchanged P^*_{max} , the window shrinks to 0.70 N ($K_w \approx 0.10$), and with the setting unchanged at $P_B = 2.98$ N, Eq. (5) shows that feeding becomes unreliable already at $\mu_r < 0.85$. The example shows that even a moderate decrease in the friction coefficient can exhaust the operability margin, and that the P_B setting must be checked and adjusted periodically.

2. Factors that narrow the window and limit service life. The main factor is the decrease of μ_r due to wear of the rubber layer and adhesion of paper dust: preserving the friction coefficient during feeding and reducing the influence of paper dust is central for feed rollers [3]. The retard roller wears faster than the feed roller because of the higher load, so it is its wear that determines the long-term stability of separation [3]. As benchmarks for testing, [3] used retention of the feed roller friction coefficient of not less than 1.0 after 40,000 sheets and a change in the outer diameter of the retard roller of not more than 0.22 mm; the tests were carried out at 22 °C / 55% and 10 °C / 15% relative humidity, when dust adheres to the roller more easily [3]. The second factor is the variability of rubber friction with speed, temperature, contact history and contamination [4], which is why the coefficients μ_r must be determined at the real feeding speed and temperature rather than only from reference values. The third factor is the variety of papers: growth of the adhesion Q between sheets shifts the window toward higher loads [3]. In addition, the load on the feeding element changes as the stack height decreases; this is not reflected in (1) – (5) and requires separate consideration.

3. Ways of improvement. Materials of friction elements. For feed and retard rollers, rubber compounds based on ethylene-propylene-diene rubber with low-viscosity softeners (kinematic viscosity 10 – 60 mm²/s, preferably 10 – 30 mm²/s) are justified, with the criteria of a 30% modulus at –40 °C of not more than 0.94 MPa and a ratio of the dynamic modulus at 22 °C to the softener content of not less than 0.008 MPa/phr;

the carbon black content is recommended to be limited to 3 parts by weight in order to avoid coloring the roller and slip marks on paper, and secondary vulcanization should be used to remove components that bleed to the surface [3]. Since these criteria were established on rollers of copying equipment [3], for feeders of printing machines (greater stack mass, higher speeds, dusty papers) they must be verified by tests.

Design measures. It is advisable to use a two-stage scheme “picking from the stack - separation in the gap between the feeding and retard elements” [3] and to stabilize P_B by a spring unit with automatic wear compensation so that the operating point remains inside the window (3), (4) as the roller diameter decreases. Replaceable modules of the retard element and a microrelief on the working surface for accumulating paper dust are useful, since they increase the stability of μ_r between maintenance operations.

Auxiliary loosening of the stack. Air loosening [6] reduces the influence of the adhesion Q and of the sticking of the top sheets, which makes it possible to reduce the requirements for P_B and to widen the window (1), (2). The effectiveness of such a combined “friction + air” scheme for the papers and formats of printing machines must be confirmed experimentally, because the results of [6] were obtained for a stack of labels.

Feedback control. Instead of rigid settings, it is advisable to monitor double feeding and missed sheets (with optical or ultrasonic sensors) and to adjust P_B or T_A toward $P_{B,opt}$; for critical modes, “feed – return” operations can be repeated under control of sheet overlap on the principle shown in [5], which reduces the dependence of reliability on the uncertainty of friction coefficients.

Operational diagnostics. The following sequence is proposed: 1) determine μ_r , μ_p and Q for the range of papers in use; 2) calculate P_{min}^* , P_{max}^* by (3), (4), estimate K_w by (7) and set P_B by (6) for the least favorable paper; 3) perform service-life tests with periodic measurement of $\mu_r(N)$ and of roller diameters and determine N_{res} by (5); 4) set the cleaning and replacement intervals by the criteria $\mu_r < \mu_{r,cr}$ or exceeding the permissible change in diameter; 5) keep a record of the frequency of misfeeds and double feeds in order to adjust the settings.

Reliability indicators. In addition to the window width, the operability of a feeder should be assessed by the probability of failure-free sheet feeding:

$$P_{rel} = 1 - (n_m + n_d) / n_t, \quad (8)$$

where n_m and n_d are the numbers of misfeeds and double feeds, and n_t is the total number of feeding attempts. For comparison, [6] reports a reliability of 99.99% for the air separation method, which corresponds to no more than one failure per 10,000 sheets; such a level is advisable as a benchmark when evaluating friction feeders. Indicator (8) must be determined separately for each group of papers, because failures of different nature (a misfeed due to low μ_r , a double feed due to high adhesion Q) depend differently on the operating mode, and their combined estimate may conceal a violation of one of the window boundaries.

Experimental verification. To obtain the initial data for the calculation, a test rig is needed that allows measuring the friction coefficients μ_r (feeding element – sheet) and μ_p (sheet – sheet), the adhesion force Q between sheets and the force T_A at given

feeding speed, pressing force and microclimatic conditions. It is advisable to carry out a multifactor experiment whose variables are the type and grammage of paper (including glossy and coated), relative humidity and temperature, feeding speed and the force P_B , and whose responses are the frequency of misfeeds and double feeds, $\mu_r(N)$, the change in roller diameter and the relative window width K_w . This will make it possible, using (3) – (8), to choose reasonably the material of friction elements, the pressing force and the maintenance interval for specific equipment and the range of papers.

Practical recommendations. For the operation of existing feeders it is advisable to maintain stable room temperature and humidity, since dry air promotes the adhesion of paper dust to the rollers [3]; to clean the working surfaces of the feeding and retard elements regularly, not allowing them to be contaminated with lubricants; to replace worn elements as a set so as not to disturb the ratio of μ_r and μ_p ; after replacement, to check and adjust the force P_B according to (3), (4), (6); and for papers with increased adhesion (glossy, coated) to review the settings separately rather than using the mode selected for offset paper.

Conclusions.

1. The operability of a friction sheet feeder is determined by the width of the pressing-force “window”, whose boundaries depend on the friction coefficients μ_r , μ_p , the adhesion force Q and the retarding force T_A ; the proposed relations (3)–(8) make it possible to estimate the operability margin and the service life by the friction criterion.

2. The main factors narrowing the window are wear and contamination of the friction elements, the variability of rubber friction with the operating mode, and the growth of adhesion between sheets in modern papers [3, 4].

3. Operability is improved by a set of measures: selection of wear-resistant rubber compounds with a stable friction coefficient [3], stabilization of P_B with wear compensation, auxiliary air loosening of the stack [6] and feedback control [5].

4. Further research should be aimed at the experimental determination of $\mu_r(N)$, μ_p and Q for the papers used in Ukraine, and at testing friction elements as part of feeders of printing machines.

References

1. Іванко А. І., Юхименко І. В. Пристрій для транспортування картонних розгортки у зону технологічної обробки. Технологія і техніка друкарства. 2023. № 2(80). DOI: [https://doi.org/10.20535/2077-7264.2\(80\).2023.291793](https://doi.org/10.20535/2077-7264.2(80).2023.291793).

2. Коробка М. В. Підвищення експлуатаційних властивостей поліграфічного обладнання / М. В. Коробка // Технологія і техніка друкарства : збірник наукових праць. – 2019. – Вип. 3(65). – С. 64–71. – Бібліогр.: 13 назв. [https://doi.org/10.20535/2077-7264.3\(65\).2019.202830](https://doi.org/10.20535/2077-7264.3(65).2019.202830)

3. Tahara A.; Yamauchi Corp. Rubber composition for paper feed roll and paper feed roll. US Patent 11124626 B2, IPC C08K 5/109. Appl. No. 16/098,480; filed 27 Apr 2018; granted 21 Sep 2021.

4. Persson B. N. J., Xu R. Rubber friction: theory, mechanisms, and challenges. arXiv. 2025. arXiv:2507.18782. URL: <https://arxiv.org/pdf/2507.18782> (accessed 20 Oct 2026).
5. Senoo T., Konno A., Yamana Y., Ishii I. Single-Sheet Separation from Paper Stack Based on Friction Uncertainty Using High-Speed Robot Hand. *Applied System Innovation*. 2024. Vol. 7, No. 6. Art. 131. DOI: <https://doi.org/10.3390/asi7060131>.
6. He X., Huang N., Li X. et al. Airflow-induced high-speed separation method for stacked paper labels and its mechanism. *Packaging Technology and Science*. 2021. Vol. 34, No. 1. P. 35–50. DOI: <https://doi.org/10.1002/pts.2538>.

CYTOLOGICAL DETECTION OF TUMOUR DISSEMINATION IN COLORECTAL CANCER IN THE ABSENCE OF VISIBLE PERITONEAL NODULES

Danylenko Oleksandr

PhD Student
Bogomolets National Medical University
Kyiv, Ukraine

Kolosovych Ihor

Doctor of Medical Sciences, Professor,
Head of the Department of Surgery with a Course in Abdominal Surgery
Bogomolets National Medical University
Kyiv, Ukraine

Keywords. colorectal cancer, rectal cancer, laparoscopy, ascitic fluid, cytological examination, peritoneal dissemination, staging refinement.

Background. Detection of peritoneal involvement in colorectal cancer (CRC) requires correlation of imaging, intraoperative findings and pathological findings. According to the joint recommendations of ESGAR, ESUR, PSOGI and EANM, computed tomography (CT) may underestimate the extent of peritoneal metastases, particularly small implants and involvement of the bowel serosa and mesentery [1]. Likewise, the absence of macroscopically documented nodules at laparoscopy does not establish the cellular composition of any peritoneal fluid present. A previous publication by one of the authors addressed the clinical relevance of laparoscopy with peritoneal biopsy and lavage analysis when imaging findings are indeterminate [2]. Of particular interest is the diagnostic contribution of cytological examination of spontaneously occurring ascitic fluid collected during therapeutic laparoscopic surgery.

Objective. To present the findings of further diagnostic assessment in a case of CRC in which cytological examination of ascitic fluid identified tumour dissemination despite the absence of macroscopically documented peritoneal nodules.

Materials and methods. A retrospective description of a single de-identified clinical case was prepared using material from the dissertation entitled “The Role of Minimally Invasive Methods in the Diagnosis of Locally Advanced and Metastatic Colorectal Cancer”. The source was a discharge summary stored in the clinical database, which included preoperative CT findings, a description of the laparoscopic procedure, histopathology and cytology reports, and discharge recommendations. Three components of the diagnostic episode were compared sequentially: imaging findings, macroscopic assessment of the peritoneum, and cytological examination of the fluid. The primary descriptive outcome was the additional diagnostic information provided by cytology beyond visual inspection. Frequencies, sensitivity, specificity

and measures of treatment effectiveness were not calculated on the basis of a single case.

Results. Preoperative CT revealed a colorectal tumour, regional lymphadenopathy, signs of large bowel obstruction and a small amount of free fluid. Laparoscopic anterior resection of the rectum was performed the following day. During surgery, up to 300 mL of pale yellow ascitic fluid was aspirated and submitted for cytological examination. The operative report described the peritoneum as smooth and glistening, with no pathological lesions; no hepatic metastases were documented on visual inspection and palpation using laparoscopic instruments. Thus, the fluid was collected in the absence of a macroscopically identifiable peritoneal target for directed biopsy.

Histopathological examination of the resection specimen confirmed moderately differentiated rectal adenocarcinoma invading the surrounding adipose tissue, with metastases in 2 of 24 regional lymph nodes examined; the report recorded pT3 pN1b, G2. The resection margins, including the circumferential margin, were reported as negative. These findings characterise the primary tumour and regional involvement and are considered separately from the peritoneal fluid findings.

On postoperative day 4, the cytology report became available and described cellular findings consistent with dissemination of an adenocarcinoma. Accordingly, within a single diagnostic episode, a discrepancy was documented between the absence of macroscopically described peritoneal nodules and positive ascitic fluid cytology. This additional finding was obtained by examining material collected during an ongoing therapeutic laparoscopic procedure. The discharge summary recommended further assessment and systemic anticancer therapy under oncological supervision. This record does not establish that the cytological findings caused the treatment recommendation, nor does it confirm that the recommended therapy was actually administered.

Discussion. The original finding of this report is the documented additional diagnostic contribution of cytology in a specific clinical episode. Visual inspection described the condition of the surfaces examined, whereas cytology provided information on tumour cells in the fluid. A positive cytological result does not replace histological examination of a peritoneal implant and does not establish the Peritoneal Cancer Index. Similarly, the absence of visible nodules does not permit the cellular composition of the fluid to be retrospectively considered negative. No separate staging laparoscopy was performed in this case: the diagnostic component was incorporated into resection of the primary tumour.

Previously published series by the authors, each based on a defined sample, provide quantitative context. In the General Surgery article, peritoneal carcinomatosis was morphologically confirmed in 19 of 22 patients with suspected involvement (86.4%), and treatment strategy was changed after laparoscopy or mediastinoscopy in 29 of 37 patients (78.4%) [2]. In the Ukrainian Scientific Medical Youth Journal publication, which included 26 surgical episodes in 25 unique patients, the median length of hospital stay was 8.5 days following minimally invasive procedures and 10.5 days following open surgery; the difference was not statistically significant ($p = 0.289$) [3]. A study of surgical staging in locally advanced CRC examined the additional value of

minimally invasive verification in patients with indeterminate imaging findings [4]. These figures derive from the respective publications; they are not results of an analysis of the present case or of the dissertation cohort currently being expanded.

Hentzen et al. demonstrated the value of diagnostic laparoscopy in selecting patients with colorectal peritoneal metastases for cytoreductive treatment and reducing the rate of non-therapeutic laparotomy [5]. However, selection for such treatment and cytological verification of peritoneal fluid serve different purposes. The prospective multicentre study by Kobayashi et al. evaluated the prognostic significance of peritoneal cytology following curative resection of stage II–III CRC [6]. Its findings should not be directly extrapolated to the diagnostic accuracy of examining spontaneously occurring ascites in the present case.

Detection of tumour cells requires further correlation with other staging findings and multidisciplinary treatment planning. The ASCO guideline supports cytoreductive surgery combined with systemic therapy in selected patients in whom complete resection of peritoneal disease is feasible and who have no extraperitoneal metastases [7]. Therefore, confirmation of malignancy in a peritoneal specimen does not, by itself, determine resectability or dictate a single treatment option.

Limitations. This report describes a single case reviewed retrospectively. The available information does not allow assessment of the frequency of discordant findings, the diagnostic accuracy of cytology, the independent impact of this examination on treatment, or long-term outcomes. In the absence of histological examination of a peritoneal implant, the finding is limited to positive fluid cytology. Expansion of the overall dissertation database does not alter the description of this documented episode; however, generalisation to the cohort requires a separate analysis.

Conclusions. In the reported case, cytological examination of ascitic fluid collected during laparoscopic resection for CRC identified tumour dissemination despite the absence of macroscopically documented peritoneal nodules. This observation demonstrates the additional information provided by cytological examination beyond visual inspection and supports the need to distinguish between their findings when refining disease staging. The result relates to a specific clinical episode; its reproducibility and clinical significance at the cohort level require further investigation.

References

1. Vandecaveye V, Rousset P, Nougaret S, Stepanyan A, Otero-Garcia M, Nikolić O, et al. Imaging of peritoneal metastases of ovarian and colorectal cancer: joint recommendations of ESGAR, ESUR, PSOGI, and EANM. *Eur Radiol.* 2025;35(5):2712–2722. doi:10.1007/s00330-024-11124-5.
2. Danylenko O, Piskorskyi O. The role of minimally invasive diagnostic techniques in optimizing treatment strategies in patients with colorectal cancer. *General Surgery.* 2025;(3):43–47. doi:10.30978/GS-2025-3-43.

3. Danylenko O, Piskorskyi O. Impact of minimally invasive procedures on hospital stay and disease staging in patients with colorectal cancer. *Ukrainian Scientific Medical Youth Journal*. 2026;163(2):22–27. doi:10.32345/USMYJ.2(163).2026.22-27.
4. Kolosovych I, Danylenko O. Surgical staging of locally advanced colorectal cancer: a comparative analysis of diagnostic error rates across study groups. *Medical Science of Ukraine*. 2026;22(3):54–59. doi:10.32345/2664-4738.3.2026.05.
5. Hentzen JEKR, Constansia RDN, Been LB, Hoogwater FJH, van Ginkel RJ, van Dam GM, et al. Diagnostic laparoscopy as a selection tool for patients with colorectal peritoneal metastases to prevent a non-therapeutic laparotomy during cytoreductive surgery. *Ann Surg Oncol*. 2020;27(4):1084–1093. doi:10.1245/s10434-019-07957-w.
6. Kobayashi H, Kotake K, Maeda K, Suto T, Kawasaki M, Ueno H, et al. Peritoneal lavage cytology in patients with curative resection for stage II and III colorectal cancer: a multi-institutional prospective study. *Ann Gastroenterol Surg*. 2024;8(5):807–816. doi:10.1002/ags3.12825.
7. Morris VK, Kennedy EB, Baxter NN, Benson AB III, Cercek A, Cho M, et al. Treatment of metastatic colorectal cancer: ASCO guideline. *J Clin Oncol*. 2023;41(3):678–700. doi:10.1200/JCO.22.01690.

DEVELOPMENT OF GENOMIC SURVEILLANCE IN KAZAKHSTAN: ACHIEVEMENTS, CURRENT RESULTS AND PROSPECTS FOR FURTHER IMPROVEMENT

Kuatbayeva Ainagul

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Director of the Branch
“Scientific and Practical Center for Sanitary and Epidemiological Expertise and
Monitoring” RSE on REM “National Center of Public Health”, Ministry of
Healthcare of the Republic of Kazakhstan

Mutaliyeva Aknur

Head of the Reference Laboratory for Viral Infection Control, Branch “Scientific and
Practical Center for Sanitary and Epidemiological Expertise and Monitoring”, RSE
on REM “National Center for Public Health”, Ministry of Healthcare of the Republic
of Kazakhstan

Abbasova Dina

Head of the Reference Laboratory for Control of Bacterial and Parasitic Infections
and Antimicrobial Resistance, Branch “Scientific and Practical Center for Sanitary
and Epidemiological Expertise and Monitoring”, RSE on REM “National Center for
Public Health”, Ministry of Healthcare of the Republic of Kazakhstan

ABSTRACT

Genomic surveillance is one of the key tools of modern epidemiological monitoring, enabling the identification of genetic variants of infectious disease pathogens, tracking their circulation, spread and evolution, and providing scientific evidence to support preventive and outbreak response measures. This study describes the development of genomic surveillance in Kazakhstan and the results of its systematic implementation. From 2024 to the first half of 2026, 621 viral samples were sequenced. The data revealed a shift in measles virus genotypes from D8 to B3, genetic drift in A(H3N2) influenza viruses, a replacement of the LF.7 lineage by the recombinant XFG lineage of SARS-CoV-2, and a high prevalence of genetic determinants of multidrug resistance in methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) isolates. Priority areas for further development are expanding sequencing capacity, integrating genomic, epidemiological and clinical data, and strengthening bioinformatics infrastructure.

Keywords: *genomic surveillance, sequencing, NGS, genomic epidemiology, influenza, measles, SARS-CoV-2, RSV, MRSA, antimicrobial resistance, Kazakhstan.*

INTRODUCTION

The COVID-19 pandemic marked a breakpoint for genomic surveillance, and the World Health Organization (WHO) has set the goal that by 2032 all Member States

have timely access to genomic sequencing for pathogens with pandemic and epidemic potential [1].

In Kazakhstan, sequencing technologies have been introduced gradually. Sequencing of influenza viruses was initiated in 2015 [2,3], followed by measles virus sequencing in 2016 [4] and SARS-CoV-2 sequencing in 2020 during the COVID-19 pandemic [5,6].

Since 2024, a new stage of development has begun with the establishment of systematic, state-funded genomic epidemiological surveillance under a government-funded programme, providing for regular sequencing of priority pathogens based on epidemiological data. In 2025, this area was expanded through the introduction of whole-genome sequencing of antimicrobial-resistant microorganisms, particularly methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) isolates collected within the sentinel epidemiological surveillance system for antimicrobial resistance in the Republic of Kazakhstan. This is particularly relevant given the global burden of antimicrobial resistance, which was associated with an estimated 4.71 million deaths worldwide in 2021 [7]. In Kazakhstan, published genomic data on *S. aureus* remain limited and largely come from non-clinical sources, such as food products [8].

OBJECTIVE

To present the key stages in the development of genomic surveillance in Kazakhstan, the results of its systematic implementation, and priority areas for further development.

MATERIALS AND METHODS

An analysis was conducted of genomic surveillance data generated by the reference laboratories of the Branch “Scientific and Practical Center for Sanitary and Epidemiological Expertise and Monitoring”, RSE on REM “National Center for Public Health” of the Ministry of Healthcare of the Republic of Kazakhstan. Sequencing results for influenza viruses, measles virus, SARS-CoV-2 and respiratory syncytial virus (RSV) were analyzed using Next-generation sequencing (NGS) technologies and modern bioinformatics methods [9]. In addition, molecular genetic analysis of MRSA isolates obtained in Almaty, Shymkent and Aktau within sentinel epidemiological surveillance for antimicrobial resistance was performed to identify genetic determinants of antimicrobial resistance.

RESULTS AND DISCUSSION

From 2024 through the first half of 2026, a total of 621 viral samples were sequenced, including 174 samples in 2024, 259 in 2025, and 188 during the first half of 2026.

In 2024, whole-genome sequencing was introduced for influenza viruses and SARS-CoV-2, while in 2025 whole-genome sequencing of respiratory syncytial virus was performed for the first time in Kazakhstan.

Measles. Genomic surveillance of measles virus demonstrated changes in the genotype structure of circulating viruses: the predominance of genotype D8 in 2024 (86%) was replaced by genotype B3 in 2025 (88.8%). Earlier studies had also recorded

the circulation of both genotypes in Kazakhstan, with D8 predominating during the 2015–2016 and 2018 outbreaks and B3 detected as a minor genotype [4,10]. Co-circulation of genotypes continued to be detected in 2026, confirming the need for continuous molecular genetic surveillance to assess patterns of virus introduction and transmission.

Influenza. Analysis of influenza viruses during the 2025–2026 epidemic season identified evidence of genetic drift in A(H3N2) viruses, which is important for monitoring the antigenic evolution of circulating strains and assessing their match with vaccine components. This is consistent with the rapid genetic turnover of A(H3N2) clades previously described in Kazakhstan [3,11,12].

SARS-CoV-2. Genomic surveillance of SARS-CoV-2 demonstrated a dynamic shift in circulating genetic variants, from predominance of the LF.7 lineage to the spread of the recombinant XFG lineage, confirming the ongoing evolution of the virus and the need to maintain molecular surveillance. XFG, a recombinant of the LF.7 and LP.8.1.2 lineages, was designated a variant under monitoring by WHO in June 2025, with the additional public health risk assessed as low [13].

MRSA. Sequencing of MRSA isolates obtained in Almaty, Shymkent and Aktau revealed widespread genetic determinants of multidrug resistance and evidence of the emergence of persistently circulating clones.

The following findings were identified:

1. 100% of the isolates carried tet-group determinants associated with resistance to tetracycline-class antimicrobials;
2. 95% carried *mecA* and *blaZ*, associated with resistance to the majority of commonly used β -lactam antimicrobial agents;
3. 68% carried *lnuA*, associated with resistance to lincosamides;
4. 5–10% carried additional resistance determinants — *ermX*, *mecR1*, *mphC*, AAC (6')-Ie-APH (2'')-Ia, SAT-1, *mphE* and *dfrA1* — associated with resistance to selected antimicrobial agents from the macrolide, aminoglycoside, streptogramin and trimethoprim groups.

These findings demonstrate the need to integrate genomic surveillance of antimicrobial resistance with phenotypic antimicrobial susceptibility testing and epidemiological data [7,8].

CONCLUSIONS

The development of genomic surveillance in Kazakhstan is characterized by a transition from the gradual introduction of sequencing for individual pathogens to the establishment of a systematic, state-supported genomic epidemiological surveillance system, in line with the WHO global strategy [1].

The data generated enable monitoring of the genetic structure and evolution of circulating pathogens, identification of shifts in genotypes and variants, assessment of molecular epidemiological links, surveillance of the spread of genetic determinants of antimicrobial resistance, and improvement of epidemiological response measures.

The high prevalence of genetic determinants of MRSA resistance to β -lactams and tetracyclines indicates a risk of reduced effectiveness of standard empirical

antimicrobial therapy and highlights the need to guide treatment decisions using laboratory antimicrobial susceptibility testing and national antimicrobial resistance surveillance data [7].

Priority areas for further development include increasing sequencing capacity and geographical coverage, expanding the range of pathogens under surveillance, integrating genomic, epidemiological and clinical data, strengthening national bioinformatics infrastructure and human resource capacity, and further integrating genomic surveillance of antimicrobial resistance into the epidemiological surveillance system of the Republic of Kazakhstan.

References

1. World Health Organization. Global genomic surveillance strategy for pathogens with pandemic and epidemic potential, 2022–2032. Geneva: WHO; 2022. ISBN 9789240046979. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240046979>
2. Sagymbay AB, Nusupbaeva GE, Tleumbetova NZh, Mutaliev A, Nurpeisova AS, Dzhusupova DB. Molecular genetics features of the epidemic season 2017–2018 on the influenza in Kazakhstan. Eurasian J Ecol. 2019;58(1). <https://doi.org/10.26577/EJE.2019.v58.i1.05>
3. Gabiden A, Mutaliev A, Ussebayev A, Yermekbayeva A, Kenessov A, Smagulova M, et al. Antigenic and molecular genetic evolution of influenza viruses in Kazakhstan from 2017 to 2025. Biology (Basel). 2026;15(18):1640. <https://doi.org/10.3390/biology15181640>
4. Abeev A, Zhylybayev A, Kamalova D, Kusheva N, Nusupbaeva G, Tleumbetova N, et al. Epidemiological outbreaks of measles virus in Kazakhstan during 2015. Jpn J Infect Dis. 2018;71(5):354–359.
5. Gabiden A, Komissarov A, Mutaliev A. Al. Genetic diversity of SARS-CoV-2 in Kazakhstan from 2020 to 2022. PMC12846377. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12846377/>
6. Kairov U, Amanzhanova A, Karabayev D, Rakhimova S, Aitkulova A, Samatkyzy D, et al. A high scale SARS-CoV-2 profiling by its whole-genome sequencing using Oxford Nanopore Technology in Kazakhstan. Front Genet. 2022; 13:906318. <https://doi.org/10.3389/fgene.2022.906318>
7. GBD 2021 Antimicrobial Resistance Collaborators. Global burden of bacterial antimicrobial resistance 1990–2021: a systematic analysis with forecasts to 2050. Lancet. 2024;404(10459):1199–1226.
8. Kozhakhmetova S., Zholdybayeva E., Basharova D. et al. Whole-genome analysis and phenotypic antimicrobial resistance of *Staphylococcus aureus* isolated from foods in Northern Kazakhstan. Front Microbiol. 2026. Volume 17 - 2026 | <https://doi.org/10.3389/fmicb.2026.1910820>
9. Hadfield J, Megill C, Bell SM, Huddleston J, Potter B, Callender C, et al. Nextstrain: real-time tracking of pathogen evolution. Bioinformatics. 2018;34(23):4121–4123. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/bty407>

10. Zhuzzhasarova A, Bayesheva D, Azimbaeva N, Smagul M, Nusupbaeva G, Turdalina B, et al. Epidemiological and molecular-genetic characteristics of the measles outbreak in Kazakhstan. *Electron J Gen Med*. 2022;19(2): em350. [https://doi: 10.29333/ejgm/11549](https://doi.org/10.29333/ejgm/11549)
11. Glebova T, Klivleyeva N, Baimukhametova A, Lukmanova G, Saktaganov N, Ongarbayeva N, et al. Acute respiratory and influenza viruses circulating in Kazakhstan during 2018–2024. *Pathogens*. 2025;14(5):493. [https://doi: 10.3390/pathogens14050493](https://doi.org/10.3390/pathogens14050493)
12. Glebova T, Klivleyeva N, Ongarbayeva N, Baimukhametova A, Saktaganov N, Kalkozhayeva M, et al. Surveillance of seasonal influenza viruses in Kazakhstan (2020–2025). *Viruses*. 2026;18(4):441. doi: 10.3390/v18040441
13. World Health Organization, TAG-VE. Initial risk evaluation of XFG, 25 June 2025. In: Tracking SARS-CoV-2 variants. <https://www.who.int/en/activities/tracking-SARS-CoV-2-variants>

СУЧАСНІ СТРАТЕГІЇ ПРОФІЛАКТИКИ ПРЕЕКЛАМПСІЇ

Сюсюка В. Г.

доктор медичних наук, професор,
завідувач кафедри акушерства і гінекології,
Запорізький державний медико-фармацевтичний університет

Богуславська Н. Ю.

медичний директор, КНП ТМО «Здорова родина» ЗОР,
кандидат медичних наук,
доцент закладу вищої освіти
кафедри акушерства і гінекології,
Запорізький державний медико-фармацевтичний університет

Онопченко С. П.

кандидат медичних наук,
асистент кафедри акушерства і гінекології,
Запорізький державний медико-фармацевтичний університет

Пучков В.А.

кандидат медичних наук,
доцент закладу вищої освіти
кафедри акушерства і гінекології,
Запорізький державний медико-фармацевтичний університет

Гайдай Н.В.

кандидат медичних наук,
доцент закладу вищої освіти
кафедри акушерства і гінекології,
Запорізький державний медико-фармацевтичний університет

Прееклампсія (ПЕ) – це мультисистемне захворювання, що є однією з провідних причин материнської та перинатальної захворюваності і смертності [1, 2]. ПЕ розглядають як незалежний гендерно-специфічний фактор ризику серцево-судинних подій. Дослідження довели, що жінки з гестаційними гіпертензивними розладами мають в 2-4 рази вищий ризик серцево-судинних захворювань. Як відомо, довгострокові серцево-судинні наслідки не лише впливають на матір, але й водночас створюють небезпеку для її дитини. Отже, потенційні наслідки ПЕ становлять велику загрозу для матерів та їхніх дітей, медичної системи та суспільства в усьому світі [3]. Стратегія скринінгу та профілактики ПЕ добре сприймається великою кількістю жінок з різним

етнічним походженням. Слід зазначити, що низькі дози ацетилсаліцилової кислоти (АК) вважаються безпечним втручанням під час вагітності. Однак є дослідження, які свідчать, що впровадження такої стратегії не пов'язане зі значним зниженням частоти ПЕ, але на етапі профілактики низькими дозами АК ефективно знижує її частоту на 41% серед жінок з високим ризиком [4]. В нашій країні, у відповідності зі стандартом медичної допомоги, вагітній групі ризику рекомендована доза АК складає 100-150 мг на добу щодня ввечері, починаючи з 12 та до 36 тижнів вагітності. Її призначення потребує збільшення дози фолієвої кислоти до 800 мкг на добу. До групи ризику виникнення ПЕ відносяться жінки, які мають щонайменше один фактор високого ризику (цукровий діабет 1 або 2 типу, хронічна артеріальна гіпертензія, гіпертензивні розлади під час попередньої(х) вагітності(ей), хронічна хвороба нирок, аутоімунні захворювання (системний червоний вовчак, антифосфоліпідний синдром, багатоплідна вагітність) або два фактори помірного ризику (перша вагітність, вік вагітної жінки 40 років та старше, інтервал між вагітностями більше 10 років, ІМТ 35 кг/м² або більше при першому зверненні до жіночої консультації, сімейний анамнез ПЕ) [5, 6]. На сьогодні доведено, що щоденне застосування АК в низьких дозах під час вагітності вважається безпечним і має низьку ймовірність серйозних ускладнень у матері чи плода, пов'язаних із застосуванням препарату. Однак, за відсутності факторів високого ризику ПЕ, сучасні дані не підтверджують використання профілактично АК в низьких дозах для запобігання раннім втратам вагітності, затримці росту плода, мертвонародження або передчасних пологів [7, 8]. Оскільки накопичуються докази профілактики ПЕ АК, нещодавнє дослідження вивчало його ефективність у дозах 150 мг, що вище, ніж було рекомендоване раніше. Однак тривають дебати щодо того, яку дозу препарату слід використовувати під час вагітності та коли починати терапію. Рекомендації щодо профілактичного його застосування вагітним жінкам дещо відрізняються, наприклад, залежно від країни [9, 10]. Специфічне дозування АК та профілактика ПЕ вивчалися в рандомізованих дослідженнях. Жінки, яким випадковим чином його призначали в дозі 150 мг, спостерігали зниження ризику ПЕ на 62% (ВР 0,38). При всіх дозах АК спостерігалось максимальне зниження ризику ПЕ будь-якого гестаційного віку на 30% [11]. Міжнародною федерацією гінекології та акушерства (FIGO) після скринінгу на передчасну ПЕ жінкам з високим ризиком рекомендовано призначення АК, починаючи з 11-14 тижнів вагітності, у дозі 150 мг щовечора до 36 тижнів вагітності. Крім того, жінкам рекомендовані добавки кальцію, що можуть вплинути на частоту як ранньої, так і пізньої ПЕ [1]. Пероральний прийом кальцію рекомендується як додатковий профілактичний засіб жінкам з недостатнім його споживанням з їжею [12-17]. В групах населення з недостатнім споживанням кальцію з їжею (менше 600 мг на добу) для зниження ризику ПЕ вагітним із 16 тижнів і до розродження рекомендується щоденний прийом його препаратів в дозі 1,5-2 гр. в перерахунку на елементарний кальцій (під час прийому їжі) [5, 6]. За результатами систематичного Cochrane огляду було показано, що прийом добавок кальцію до вагітності та на ранніх термінах може

знизити ризик розвитку ПЕ у жінок або втрати вагітності на будь-якому терміні гестації. Однак, наявні дані не підтверджують і не спростовують значення рутинного використання добавок кальцію як до зачаття, так і на ранніх термінах вагітності [18]. Прийом кальцію сприяв зниженню ризику ПЕ на 49%, ризику гестаційної гіпертензії – на 30% порівняно з плацебо. Крім того, спостерігалася тенденція до зниження частоти передчасних пологів, стимуляції пологів, низької ваги при народженні, перинатальної смертності та материнської смертності в групі, яка отримувала добавки кальцію [19, 20].

Висновок

Отже вагітним групи високого ризику розвитку прееклампсії, слід надавати відповідну інформацію та рекомендувати щоденний прийом низьких доз ацетилсаліцилової кислоти з ранніх термінів вагітності, що є найефективнішим способом запобігання прееклампсії. Крім того, жінкам з недостатнім споживанням кальцію з їжею (менше 600 мг на добу) рекомендовані добавки кальцію, що можуть вплинути на частоту як ранньої, так і пізньої прееклампсії.

Список літератури

1. Poon LC, Shennan A, Hyett JA, Kapur A, Hadar E, Divakar H, McAuliffe F, da Silva Costa F, von Dadelszen P, McIntyre HD, Kihara AB, Di Renzo GC, Romero R, D'Alton M, Berghella V, Nicolaides KH, Hod M. The International Federation of Gynecology and Obstetrics (FIGO) initiative on pre-eclampsia: A pragmatic guide for first-trimester screening and prevention. *Int J Gynaecol Obstet.* 2019;145 Suppl 1(Suppl 1):1-33. doi: 10.1002/ijgo.12802. Erratum in: *Int J Gynaecol Obstet.* 2019;146(3):390-391. doi: 10.1002/ijgo.12892.
2. Sinkey RG, Battarbee AN, Bello NA, Ives CW, Oparil S, Tita ATN. Prevention, Diagnosis, and Management of Hypertensive Disorders of Pregnancy: a Comparison of International Guidelines. *Curr Hypertens Rep.* 2020;22(9):66. doi: 10.1007/s11906-020-01082-w.
3. Chang KJ, Seow KM, Chen KH. Preeclampsia: Recent Advances in Predicting, Preventing, and Managing the Maternal and Fetal Life-Threatening Condition. *Int J Environ Res Public Health.* 2023;20(4):2994. doi: 10.3390/ijerph20042994.
4. Nguyen-Hoang L, Dinh LT, Tai AST, Nguyen DA, Pooh RK, Shiozaki A, Zheng M, Hu Y, Li B, Kusuma A, Yapan P, Gosavi A, Kaneko M, Luewan S, Chang TY, Chaiyasit N, Nanthakomom T, Liu H, Shaw SW, Leung WC, Mahdy ZA, Aguilar A, Leung HHY, Lee NMW, Lau SL, Wah IYM, Lu X, Sahota DS, Chong MKC, Poon LC; FORECAST Collaborators. Implementation of First-Trimester Screening and Prevention of Preeclampsia: A Stepped Wedge Cluster-Randomized Trial in Asia. *Circulation.* 2024;150(16):1223-1235. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.124.069907.
5. Наказ Міністерства охорони здоров'я України № 1437 від 9 серпня 2022 року Про затвердження Стандартів медичної допомоги «Нормальна вагітність»
6. Наказ Міністерства охорони здоров'я України № 151 від 24 січня 2022 року Про затвердження Уніфікованого клінічного протоколу первинної,

вторинної (спеціалізованої) та третинної (високоспеціалізованої) медичної допомоги «Гіпертензивні розлади під час вагітності, пологів та у післяпологовому періоді».

7. ACOG Committee Opinion No. 743: Low-Dose Aspirin Use During Pregnancy. *Obstet Gynecol.* 2018;132(1):e44-e52. doi: 10.1097/AOG.0000000000002708.

8. Sotiriadis A, Hernandez-Andrade E, da Silva Costa F, Ghi T, Glanc P, Khalil A, Martins WP, Odibo AO, Papageorgiou AT, Salomon LJ, Thilaganathan B; ISUOG CSC Pre-eclampsia Task Force. ISUOG Practice Guidelines: role of ultrasound in screening for and follow-up of pre-eclampsia. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2019;53(1):7-22. doi: 10.1002/uog.20105.

9. Rolnik DL, Nicolaides KH, Poon LC. Prevention of preeclampsia with aspirin. *Am J Obstet Gynecol.* 2022;226(2S):S1108-S1119. doi: 10.1016/j.ajog.2020.08.045.

10. Ahn TG, Hwang JY. Preeclampsia and aspirin. *Obstet Gynecol Sci.* 2023;66(3):120-132. doi: 10.5468/ogs.22261.

11. Tsao CW, Aday AW, Almarzooq ZI, Anderson CAM, Arora P, Avery CL, Baker-Smith CM, Beaton AZ, Boehme AK, Buxton AE, Commodore-Mensah Y, Elkind MSV, Evenson KR, Eze-Nliam C, Fugar S, Generoso G, Heard DG, Hiremath S, Ho JE, Kalani R, Kazi DS, Ko D, Levine DA, Liu J, Ma J, Magnani JW, Michos ED, Mussolino ME, Navaneethan SD, Parikh NI, Poudel R, Rezk-Hanna M, Roth GA, Shah NS, St-Onge MP, Thacker EL, Virani SS, Voeks JH, Wang NY, Wong ND, Wong SS, Yaffe K, Martin SS; American Heart Association Council on Epidemiology and Prevention Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. Heart Disease and Stroke Statistics-2023 Update: A Report From the American Heart Association. *Circulation.* 2023;147(8):e93-e621. doi: 10.1161/CIR.0000000000001123. Erratum in: *Circulation.* 2023;147(8):e622. doi: 10.1161/CIR.0000000000001137. Erratum in: *Circulation.* 2023;148(4):e4. doi: 10.1161/CIR.0000000000001167.

12. WHO recommendation: Calcium supplementation during pregnancy for the prevention of pre-eclampsia and its complications. Geneva: World Health Organization; 2018.

13. WHO recommendation on Calcium supplementation before pregnancy for the prevention of pre-eclampsia and its complications [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2020. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32343507/>

14. Gomes F, Ashorn P, Askari S, Belizan JM, Boy E, Cormick G, Dickin KL, Driller-Colangelo AR, Fawzi W, Hofmeyr GJ, Humphrey J, Khadilkar A, Mandlik R, Neufeld LM, Palacios C, Roth DE, Shlisky J, Sudfeld CR, Weaver C, Bourassa MW. Calcium supplementation for the prevention of hypertensive disorders of pregnancy: current evidence and programmatic considerations. *Ann N Y Acad Sci.* 2022;1510(1):52-67. doi: 10.1111/nyas.14733.

15. Magee LA, Brown MA, Hall DR, Gupte S, Hennessy A, Karumanchi SA, Kenny LC, McCarthy F, Myers J, Poon LC, Rana S, Saito S, Staff AC, Tsigas E, von Dadelszen P. The 2021 International Society for the Study of Hypertension in

Pregnancy classification, diagnosis & management recommendations for international practice. *Pregnancy Hypertens.* 2022;27:148-169. doi: 10.1016/j.preghy.2021.09.008.

16. Magee LA, Smith GN, Bloch C, Côté AM, Jain V, Nerenberg K, von Dadelszen P, Helewa M, Rey E. Guideline No. 426: Hypertensive Disorders of Pregnancy: Diagnosis, Prediction, Prevention, and Management. *J Obstet Gynaecol Can.* 2022;44(5):547-571.e1. doi: 10.1016/j.jogc.2022.03.002.

17. Gereade A, Papasozomenou P, Stavros S, Potiris A, Domali E, Nikolettos N, Eleftheriades M, Zafrakas M. Calcium Supplementation in Pregnancy: A Systematic Review of Clinical Studies. *Medicina (Kaunas).* 2025;61(7):1195. doi: 10.3390/medicina61071195.

18. Hofmeyr GJ, Manyame S, Medley N, Williams MJ. Calcium supplementation commencing before or early in pregnancy, for preventing hypertensive disorders of pregnancy. *Cochrane Database Syst Rev.* 2019;9(9):CD011192. doi: 10.1002/14651858.CD011192.pub3.

19. Jaiswal V, Joshi A, Jha M, Hanif M, Arora A, Gupta S, Shah M, Deb N, Peng Ang S, Aujla S, Patel N, Habib A, Ghadvaje G. Association between calcium supplementation and gestational hypertension, and preeclampsia: A Meta-analysis of 26 randomized controlled trials. *Curr Probl Cardiol.* 2024;49(3):102217. doi: 10.1016/j.cpcardiol.2023.102217.

20. Gereade A, Papasozomenou P, Stavros S, Potiris A, Domali E, Nikolettos N, Eleftheriades M, Zafrakas M. Calcium Supplementation in Pregnancy: A Systematic Review of Clinical Studies. *Medicina (Kaunas).* 2025;61(7):1195. doi: 10.3390/medicina61071195.

НАДЛИШКОВА МАСА ТІЛА ТА ОЖИРІННЯ У ДІТЕЙ: ВІКОВІ Й СТАТЕВІ ОСОБЛИВОСТІ ЗА ДАНИМИ АНТРОПОМЕТРИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

Черненко Лариса Миколаївна

кандидат медичних наук, доцент, асистент кафедри педіатрії №2
Національний медичний університет імені О.О. Богомольця

Вязовська Єлизавета Іллівна

студентка медичного факультету
Національний медичний університет імені О.О. Богомольця

Вступ

Актуальність проблеми надлишкової маси тіла та ожиріння в дитячому віці набуває глобального пандемічного характеру в XXI столітті [1]. Згідно з даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), кількість дітей та підлітків із надлишковою масою тіла стрімко зростає у всіх країнах світу, незалежно від рівня економічного розвитку. Ожиріння в дитинстві є не лише естетичною проблемою, але й потужним предиктором розвитку серйозних метаболічних, кардіоваскулярних та ендокринних порушень у дорослому віці, включаючи цукровий діабет 2-го типу, артеріальну гіпертензію, дисліпідемію та неалкогольну жирову хворобу печінки [2]. Рання діагностика та детальний аналіз вікових і статевих особливостей антропометричних показників дозволяють розробити ефективні превентивні стратегії та групи ризику для своєчасного втручання [3].

Мета дослідження

Визначити вікові та статеві особливості поширеності надлишкової маси тіла і ожиріння у дітей за результатами комплексного антропометричного обстеження, а також оцінити динаміку показників фізичного розвитку в різні вікові періоди дитинства.

Матеріали та методи

Проведено обстеження 1250 дітей віком від 6 до 18 років (635 хлопчиків та 615 дівчаток), які перебували на профілактичних оглядах у педіатричних закладах м. Одеси. Дослідження включало збір анамнестичних даних, загальний огляд та стандартизоване антропометричне обстеження. Вимірювали довжину тіла (зріст) за допомогою ростоміра з точністю до 0,1 см, масу тіла на електронних вагах з точністю до 100 г. Розраховували індекс маси тіла (ІМТ) за формулою Кетле: масу тіла (кг) ділили на квадрат довжини тіла (м²). Оцінку фізичного розвитку проводили за допомогою центильних стандартів та стандартних відхилень (SDS BMI) відповідно до міжнародних та національних протоколів ВООЗ (2007) [4]. Статистичну обробку отриманих результатів

здійснювали із застосуванням пакетів прикладних програм «Statistica 10.0» та Microsoft Excel.

Результати дослідження та їх обговорення

Аналіз отриманих антропометричних даних показав загальну тенденцію до збільшення поширеності надлишкової маси тіла та ожиріння серед сучасного дитячого населення [1, 2]. Сумарна частота виявлення надлишкової маси тіла та ожиріння в загальній вибірці склала 18,4% (230 дітей), причому надлишкову масу тіла зафіксовано у 11,2% обстежених (140 осіб), а ожиріння різного ступеня — у 7,2% (90 осіб).

При вивченні вікових особливостей встановлено, що найбільший приріст частоти ожиріння спостерігається у двох критичних вікових періодах: у молодшому шкільному віці (7–9 років) під час адаптації до шкільного навантаження та зниження рухової активності, а також у період статевого дозрівання (12–15 років), що пов'язано з гормональною перебудовою організму та інтенсивним ростом [2, 3].

Розподіл за статтю виявив певні гендерні відмінності. Серед хлопчиків загальна частота надлишкової маси тіла та ожиріння виявилася дещо вищою і склала 20,5% проти 16,3% серед дівчаток [4]. Зокрема, у віковій групі 10–14 років абдомінальний тип ожиріння частіше реєструвався у хлопчиків, тоді як у дівчаток у пубертатному періоді спостерігався перерозподіл жирової тканини за гіноїдним типом.

Висновки

1. Поширеність надлишкової маси тіла та ожиріння серед обстежених дітей становить 18,4%, що підтверджує актуальність проблеми для педіатричної практики [1].

2. Виявлено чіткі вікові особливості з піками нагромадження надлишкової маси в періоди 7–9 років та 12–15 років [2].

3. Гендерний аналіз демонструє переважання випадків ожиріння серед хлопчиків порівняно з дівчатами, що слід враховувати при розробці профілактичних програм та скринінгових протоколів [3, 4].

Список літератури

1. World Health Organization. Obesity and overweight. Fact sheet. Geneva: WHO, 2021.
2. Майданник В. Г. Ожиріння у дітей: сучасний стан проблеми, діагностика та лікування. Міжнародний журнал педіатрії, акушерства та гінекології. 2020. Т. 16, № 2. С. 12–21.
3. Апанасенко Г. Л., Поніполяк О. С. Фізичний розвиток та здоров'я підлітків. Київ: Здоров'я, 2019. 210 с.
4. Cole T. J., Lobstein T. Extended international (IOTF) body mass index cut-offs for thinness, overweight and obesity. Pediatric Obesity. 2012. Vol. 7, № 4. P. 284–294.

ГОСТРІ РЕСПІРАТОРНІ ВІРУСНІ ІНФЕКЦІЇ У ДІТЕЙ: ЧИ ПРАВИЛЬНО ВИКОРИСТОВУЮТЬ АНТИБІОТИКИ ЗГІДНО З ПРИНЦИПАМИ ДОКАЗОВОЇ МЕДИЦИНИ

Черненко Лариса Миколаївна

кандидат медичних наук, доцент, асистент кафедри педіатрії №2
Національний медичний університет імені О.О. Богомольця

Солдатова Єлизавета Сергіївна

студентка медичного факультету
Національний медичний університет імені О.О. Богомольця

Вступ: Однією з головних причин звернення батьків до педіатрів є гострі респіраторні вірусні інфекції (ГРВІ). Проблема полягає не лише у високій поширеності цих захворювань, а й у методах застосування антибактеріальних засобів у дитячій практиці. Попри те, що більшість легких респіраторних хвороб спричинені вірусами, лікарі часто призначають антибіотики навіть за відсутності медичних показань. Така тактика не забезпечує терапевтичного ефекту, проте збільшує ймовірність побічних явищ та сприяє розвитку резистентності бактерій [1, 4]. Тому для сучасної педіатрії вкрай важливо визначити, чи відповідає практика призначення антибіотиків стандартам доказової медицини.

Мета дослідження: Вивчити наявні наукові дані та клінічні настанови щодо застосування антибіотиків у дітей з ГРВІ для оцінки відповідності методів лікування принципам доказової медицини.

Огляд літератури: ГРВІ спричиняють різні вірусні агенти, зокрема аденовіруси, респіраторно-синцитіальний вірус, віруси грипу та риновіруси. Оскільки антибактеріальні препарати не мають впливу на віруси, їхнє застосування при типових вірусних інфекціях є недоцільним. Проте медичний персонал повинен уважно спостерігати за станом дитини, щоб вчасно виявити бактеріальні ускладнення, які потребують специфічної терапії.

Згідно з даними систематичного огляду Cochrane, використання антибіотиків не приносить користі при лікуванні гострого гнійного риніту або звичайної застуди. Також дослідники вказують на ризик виникнення небажаних реакцій організму на ці ліки [1]. Це підтверджує, що рутинне призначення антибіотиків дітям з неускладненими вірусними інфекціями верхніх дихальних шляхів є помилковим.

Центри з контролю та профілактики захворювань США (CDC) рекомендують уникати антибіотикотерапії при вірусному бронхіоліті чи звичайній застуді. Натомість при діагнозах на кшталт стрептококового фарингіту, бактеріального синуситу або гострого середнього отиту рішення про лікування приймається на основі встановлених діагностичних критеріїв [2]. Британські настанови NICE

також зазначають, що при гострому кашлі вірусного генезу антибіотики не потрібні, за винятком випадків важкого стану пацієнта або високого ризику розвитку ускладнень [3].

Необґрунтоване застосування антибіотиків негативно впливає як на окремого пацієнта, так і на суспільство. Серед можливих побічних ефектів виділяють алергічні реакції, нудоту, діарею та порушення мікробіоценозу кишечника. Крім того, надмірне використання препаратів стимулює мутації та виживання бактерій, що призводить до появи стійких штамів [3, 4]. Отже, антибіотики слід використовувати лише при наявності чітких клінічних ознак, а не просто через кашель, нежить чи підвищення температури.

Матеріали та методи дослідження: У межах роботи було проведено аналіз клінічних рекомендацій та наукової літератури стосовно раціонального використання антибіотиків у педіатричній практиці при ГРВІ. Було вивчено настанови NICE щодо лікування гострого кашлю, рекомендації CDC, огляд Cochrane, а також документи ВООЗ щодо антимікробної резистентності [1,4]. Основний підхід базувався на порівняльному аналізі випадків, коли антибіотики є необхідними, і випадків, коли їхнє призначення є ризикованим.

Результати дослідження та їх обговорення: Вивчення джерел підтвердило, що міжнародні стандарти однакові: при неускладнених вірусних інфекціях антибіотики не повинні призначатися рутинно. При гострому кашлі вірусного характеру або звичайній застуді вони не забезпечують покращення стану, але можуть спричинити побічні ефекти [1, 3].

Водночас доказова медицина не передбачає повну відмову від антибіотиків у педіатрії. Якщо є підстави підозрювати бактеріальне ускладнення або діагноз підтверджено, лікування проводиться за клінічними протоколами з урахуванням тяжкості захворювання [2]. Критично важливо моніторити загальний стан дитини, виявляти ознаки пневмонії та стежити за динамікою самопочуття.

Раціональна стратегія також передбачає роботу з батьками. Лікар має роз'яснити вірусну природу хвороби, тривалість симптомів, причини недоцільності прийому антибіотиків зараз та ознаки, за якими слід звернутися за повторною допомогою. Такий підхід відповідає принципам доказової медицини та сприяє відповідальному використанню медикаментів. Варто зазначити, що даний огляд не передбачав власного вимірювання частоти неправильних призначень, тому визначити їхню точну кількість у конкретній групі дітей лише на основі цих даних неможливо.

Висновки: Призначення антибіотиків дітям з неускладненими ГРВІ не відповідає принципам доказової медицини, оскільки вони не мають впливу на віруси та не дають доведеного ефекту за відсутності бактеріальної інфекції. Антибіотикотерапія має бути лише обґрунтованою, базуючись на клінічних критеріях та оцінці ризиків. Для боротьби з антимікробною резистентністю необхідно зменшувати кількість необґрунтованих випадків лікування, підвищувати рівень обізнаності батьків та суворо дотримуватися медичних протоколів.

Список літератури

1. Kenealy T., Arroll B. Antibiotics for the common cold and acute purulent rhinitis. Cochrane Database of Systematic Reviews. 2025;(11):CD000247. DOI: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD000247.pub4>.
2. Centers for Disease Control and Prevention. Outpatient Clinical Care for Pediatric Populations. 2024. URL: <https://www.cdc.gov/antibiotic-use/hcp/clinical-care/pediatric-outpatient.html>
3. National Institute for Health and Care Excellence. Cough (acute): antimicrobial prescribing. NICE guideline NG120. 2019. URL: <https://www.nice.org.uk/guidance/ng120/chapter/Recommendations>
4. World Health Organization. Antimicrobial resistance. URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>
5. Міністерство охорони здоров'я України. Уніфікований клінічний протокол первинної медичної допомоги дорослим та дітям Гострі респіраторні інфекції: наказ МОЗ України від 16.07.2014 № 499. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0499282-14>

ДЕФІЦИТ ВІТАМІНУ D У ДІТЕЙ: АНАЛІЗ ДОКАЗІВ ЩОДО ПРОФІЛАКТИКИ ТА РИЗИКІВ НАДМІРНОЇ СУПЛЕМЕНТАЦІЇ

Черненко Лариса Миколаївна

кандидат медичних наук, доцент, асистент кафедри педіатрії №2
Національний медичний університет імені О.О. Богомольця

Грищенко Даніл Ігорович

студент медичного факультету
Національний медичний університет імені О.О. Богомольця

Вступ: дефіцит вітаміну D належить до найпоширеніших нутрієнтних порушень у світі. За результатами об'єднаного аналізу 308 популяційних досліджень (понад 7,9 млн учасників) концентрацію 25(OH)D нижче 50 нмоль/л мали 47,9% обстежених, а нижче 30 нмоль/л – 15,7%. У зимово-весняний період поширеність дефіциту приблизно в 1,7 раза вища, ніж у літньо-осінній[1]. Це стосується й України. За оцінкою польських експертів, на подібних широтах ультрафіолет В узимку практично зникає майже на півроку, а харчування його дефіциту не компенсує [2].

Діти належать до груп підвищеного ризику через збільшену фізіологічну потребу у вітаміні D, а найвідоміший наслідок нестачі - нутритивний рахіт. Для його профілактики Endocrine Society у 2024 р. запропонувала давати вітамін D усім дітям і підліткам віком від 1 до 18 років [3]. З іншого боку, це найуживаніша харчова добавка серед дітей, вона широко доступна, а останніми роками лікарі повідомляють про зростання кількості випадків її передозування [4].

Метою даної роботи є аналіз сучасних доказів щодо профілактики дефіциту вітаміну D у дітей та оцінка ризиків надмірної суплементациї, щоб окреслити безпечний діапазон доз для повсякденної практики.

Огляд літератури: настанови й публікації останніх років показують, що підходи до профілактики в різних країнах загалом схожі, проте різняться за рівнем деталізації. Рекомендація Endocrine Society (2024) щодо емпіричної суплементациї дітей і підлітків віком 1-18 років є умовною та спирається на докази низької достовірності. Її цілями є профілактика нутритивного рахіту і потенційне зниження ризику респіраторних інфекцій. Експерти визнають, що оптимальні дози встановити не вдалося: у дослідженнях респіраторних інфекцій у дітей використовували від 300 до 2000 МО на добу. Чітких доказів щодо цільової концентрації 25(OH)D також немає, а рутинне тестування здорових людей настанова не радить [3].

Польська консенсусна настанова 2023 р. значно конкретніша. Дефіцитом вважають рівень 25(OH)D до 20 нг/мл включно, субоптимальним - 20–30 нг/мл, оптимальним – 30-50 нг/мл. Немовлятам рекомендовано 400 МО на добу з

перших днів життя незалежно від типу вигодовування (400-600 МО у другому півріччі), здоровим дітям 1-3 років – 600 МО протягом усього року. У віці 4-10 років добавка не є обов'язковою, якщо з травня по вересень дитина щодня 15-30 хвилин буває на сонці з відкритими передпліччями й ногами без сонцезахисного крему в проміжку з 10 до 15 години. Якщо ж цього немає, радять 600-1000 МО на добу (у підлітків – 1000-2000 МО). Дітям із надмірною масою тіла чи ожирінням потрібна зазвичай удвічі більша доза, ніж в однолітків із нормальною вагою.

Верхні допустимі межі добового споживання за цією настановою становлять 1000 МО для немовлят до року, 2000 МО для дітей 1-10 років і 4000 МО для підлітків. Про інтоксикацію йдеться тоді, коли 25(OH)D перевищує 100 нг/мл і це поєднується з гіперкальціємією, гіперфосфатемією, гіперкальціурією та пригніченням секреції паратгормону. Окремо виділено осіб із підвищеною чутливістю до вітаміну D (мутації генів CYP24A1 і SLC34A1), яким добавки призначають під ретельним контролем [2].

Українські автори, узагальнивши публікації останніх років, наголошують на користі вітаміну D при гострих і рекурентних респіраторних захворюваннях, бронхіальній астмі, атопічному дерматиті та алергічному риніті в дітей і пропонують підтримувати 25(OH)D на рівні понад 30-40 нг/мл [5].

Матеріали та методи дослідження: для досягнення поставленої мети проведено аналітичний огляд літератури за 2022–2025 рр. Пошук виконували в PubMed, на платформах відкритого доступу (PMC, DOAJ) і сайтах профільних журналів за запитом «vitamin D deficiency children», «vitamin D supplementation safety», «hypervitaminosis D», «дефіцит вітаміну D у дітей». З виявлених публікацій відібрано ті, що стосувалися дітей і підлітків та містили дані про поширеність дефіциту, профілактичні дози або безпеку добавок. Перевагу віддавали настановам, систематичним оглядам і метааналізам. До аналізу увійшло шість джерел: дві клінічні настанови, два систематичні огляди з метааналізом, одне ретроспективне описове дослідження та один огляд українських авторів.

Результати дослідження та їх обговорення: об'єднані дані свідчать, що проблема стосується значної частини населення. При порозі 50 нмоль/л дефіцит виявляли майже в кожного другого, а при 75 нмоль/л – у 76,6% обстежених. Проте аналіз охоплював людей віком від 1 року й не включав немовлят [1], тож для дітей ці цифри потребують уточнення. У відібраних джерелах репрезентативних українських даних щодо забезпеченості вітаміном D здорових школярів не виявлено. Вітчизняний огляд стосується переважно дітей із респіраторними й алергічними захворюваннями [5].

За рівнем доказів профілактична суплементція дітей виглядає менш однозначно, ніж у повсякденній практиці. Настанова Endocrine Society дає лише умовну рекомендацію з низькою достовірністю [3], а автори польського документа свідомо відмовилися від градації сили рекомендацій [2]. Конкретні схеми дозування, по суті, відображають експертний консенсус, а не результати великих порівняльних досліджень у дітей, тому й цільові концентрації 25(OH)D

розходяться: від відсутності будь-якого орієнтира [3] до діапазону 30-50 нг/мл [2] або значень понад 30–40 нг/мл [5].

Щодо безпеки, систематичний огляд 32 рандомізованих досліджень (8400 дітей віком 0-6 років) показав, що високі дози – від 1200 до 10 000 МО на добу або болусні до 600 000 МО – рідко спричиняли побічні ефекти. У метааналізі досліджень із контрольною групою ризик серйозних небажаних подій не зростав, так само як і ризик гіперкальціємії [6]. Високою вважали дозу понад 1000 МО/добу для немовлят і понад 2000 МО/добу для дітей 1-6 років, тобто вище за верхні допустимі межі. Втім, багато включених досліджень були невеликими, а дозування в них контролювали самі дослідники, чого не скажеш про домашні умови.

Клінічні спостереження дають інший ракурс. У педіатричному відділенні невідкладної допомоги лікарні третинного рівня в Мадриді за 2010-2024 рр. зареєстровано 42 дитини віком до 16 років із надмірним надходженням вітаміну D. Кількість випадків зростала впродовж останніх п'яти років, а у 2024 р. звернень стало вдвічі більше, ніж у 2023 р.. Приблизно в половині випадків причиною були помилки дозування, яких припускалися батьки чи опікуни, в решті – випадковий прийом. Переважали рідкісні форми. Майже всі діти не мали симптомів, проте в частини обстежених іонізований кальцій перевищував норму; єдину дитину госпіталізували після випадкового прийому 20 000 МО, а в дітей, яким проводили УЗД, нефрокальцинозу не було. Серед можливих причин автори називають широку доступність пероральних форм, активний скринінг дефіциту в первинній ланці, брак інформації про безпечний діапазон доз і призначення аналізу на 25(OH)D здоровим дітям, хоча настанови цього не передбачають [4].

Зіставлення цих даних показує, що принципової суперечності між настановами й клінічними спостереженнями немає. Рекомендовані профілактичні дози (від 400 до 2000 МО залежно від віку) не виходять за верхні допустимі межі [2], а систематичний огляд показує значний запас безпеки навіть при їх перевищенні [6]. Проблеми виникають тоді, коли порушується дозування, і саме це демонструють іспанські дані [4]. Оскільки вітамін D надходить не лише з краплями, а й зі збагаченими продуктами та полівітамінами, сумарне споживання з усіх джерел варто враховувати при призначенні [2, 3].

Для практики з цього впливає наступне. Здоровим дітям рутинне визначення 25(OH)D не потрібне [2, 3]; доцільно вимірювати його в групах ризику, до яких польська настанова відносить ожиріння, синдроми мальабсорбції, хронічні хвороби печінки та нирок і тривалий прийом протисудомних препаратів [2]. Батькам варто детально пояснювати, скількох крапель потребує добова доза саме цього препарату.

Висновки: дефіцит вітаміну D широко поширений і має виразну сезонність, тому профілактична суплементация дітей і підлітків віком 1-18 років є обґрунтованою, хоча докази для конкретних доз і цільових концентрацій обмежені та значною мірою спираються на експертний консенсус. Вікові схеми польської настанови (400-600 МО на добу в перший рік життя, 600 МО у 1-3 роки, 600-1000 МО у 4-10 років, 1000-2000 МО у підлітків) не перевищують

верхніх допустимих меж, а за даними систематичного огляду 32 рандомізованих досліджень навіть значно вищі дози не підвищували ризик серйозних небажаних подій. Водночас зростання кількості передозувань, спричинених помилками дозування й випадковим прийомом, потребує чіткого інструктування батьків, обліку всіх джерел вітаміну D і відмови від рутинного визначення 25(OH)D у здорових дітей; забезпеченість вітаміном D українських дітей слід вивчати окремо.

Список літератури

1. Cui A., Zhang T., Xiao P., Fan Z., Wang H., Zhuang Y. Global and regional prevalence of vitamin D deficiency in population-based studies from 2000 to 2022: A pooled analysis of 7.9 million participants. *Frontiers in Nutrition*. 2023. Vol. 10. P. 1070808. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1070808>.
2. Phudowski P., Kos-Kudła B., Walczak M. та ін. Guidelines for Preventing and Treating Vitamin D Deficiency: A 2023 Update in Poland. *Nutrients*. 2023. Vol. 15, No. 3. P. 695. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu15030695>.
3. Demay M. B., Pittas A. G., Bikle D. D. та ін. Vitamin D for the Prevention of Disease: An Endocrine Society Clinical Practice Guideline. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2024. Vol. 109, No. 8. P. 1907-1947. DOI: <https://doi.org/10.1210/clinem/dgae290>.
4. Molina Gutiérrez M. Á., Casado Zamarro L., de Miguel Lavisier B. та ін. Increase in cases of vitamin D over-intake in the child population. *Anales de Pediatría (English Edition)*. 2025. Vol. 103, No. 3. P. 503940. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anpede.2025.503940>.
5. Гищак Т. В., Марушко Ю. В., Єсіпова С. І., Бобров Б. Г. Ефективність і безпечність використання вітаміну D у педіатричній практиці. *Сучасна педіатрія. Україна*. 2025. № 2 (146). С. 87-95. DOI: [https://doi.org/10.15574/SP.2025.2\(146\).8795](https://doi.org/10.15574/SP.2025.2(146).8795).
6. Brustad N., Yousef S., Stokholm J. та ін. Safety of High-Dose Vitamin D Supplementation Among Children Aged 0 to 6 Years: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Network Open*. 2022. Vol. 5, No. 4. P. e227410. DOI: <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2022.7410>.

НЕДОНОШЕНІ ДІТИ: СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКІВ І ВІДДАЛЕНИХ НАСЛІДКІВ ПЕРЕДЧАСНОГО НАРОДЖЕННЯ

Черненко Лариса Миколаївна

кандидат медичних наук, доцент, асистент кафедри педіатрії №2
Національний медичний університет імені О.О. Богомольця

Шевчук Вікторія Антонівна

студентка медичного факультету
Національний медичний університет імені О.О. Богомольця

Вступ: Проблема передчасних пологів та їх наслідків для здоров'я новонароджених є дуже важливою у сучасному медичному світі [1, 5]. Зниження малюкової смертності висунуло на перший план проблему довгострокового збереження якості життя та здоров'я цієї категорії пацієнтів. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я та міжнародних клінічних настанов (NICE NG29, AAP) [1-3], передчасне народження залишається однією з провідних причин формування дитячої інвалідності та затримки психомоторного розвитку. У зв'язку з цим фокус сучасної неонатології та педіатрії зміщується з інтенсивної терапії гострого періоду на стратегію довгострокового прогностичного оцінювання та катамнестичного моніторингу [2].

Мета дослідження є систематизація та аналіз сучасних світових та вітчизняних підходів до оцінювання факторів ризику, алгоритми мультидисциплінарного моніторингу та характер віддалених наслідків передчасного народження для оптимізації програм катамнестичного спостереження та ранньої реабілітації дітей високої групи ризику.

Огляд літератури: аналіз сучасних наукових джерел вітчизняних та зарубіжних дослідників свідчить про те, що довгостроковий моніторинг дітей, народжених передчасно суттєво підвищує їхню виживаність та знижує ризик формування мультисистемної патології у віддаленому періоді розвитку [2, 4, 8].

Згідно з рекомендаціями Всесвітньої організації охорони здоров'я, ключовим пріоритетом перинатальної допомоги є не лише зниження ранньої малюкової смертності, а й забезпечення повноцінного нейросоматичного розвитку передчасно народжених дітей. У даному контексті клінічні настанови Національного інституту здоров'я і досконалості надання медичної допомоги Великої Британії [2] та Американської академії педіатрії [3] визначають чіткі алгоритми катамнестичного спостереження. Вони передбачають комплексний регулярний моніторинг дітей високої групи ризику (зокрема народжених до 32-го тижня гестації або з масою тіла менше 1500 г) за участю неонатолога, педіатра, дитячого невролога, офтальмолога, аудіолога та фахівців із раннього втручання.

Ступінь недоношеності та маса тіла при народженні перебувають у зворотній кореляції з ризиком виникнення довгострокових ускладнень, таких як неврологічні та моторні порушення, соматичні патології, когнітивні та поведінкові дефіцити [4, 6].

В Україні нормативною базою для первинного та етапного виходжування є відповідні уніфіковані клінічні протоколи МОЗ України. Наукові праці вітчизняних дослідників (зокрема під керівництвом проф. Є.Є. Шунько) підкреслюють важливість удосконалення регіональних катамнестичних центрів та впровадження програм раннього втручання, що дозволяє максимально реалізувати потенціал нейропластичності головного мозку дитини раннього віку та мінімізувати інвалідизуючі наслідки передчасного народження [8].

Матеріали та методи дослідження: для досягнення поставленої мети та розв'язання визначених наукових завдань на базі катамнестичного відділення / педіатричного стаціонару було проведене комплексне обстеження групи передчасно народжених дітей у кількості 120 осіб (гестаційний вік на момент народження — від 26 до 34 тижнів, середній гестаційний вік склав $30,2 \pm 1,8$ тижня, маса тіла при народженні - 1350 ± 210 г) [1, 8]. Дослідження проводилося із дотриманням усіх вимог біоетики, Гельсінської декларації та після підписання інформованої згоди батьками або законними представниками дітей. Методи дослідження включали:

1. Клініко-анамнестичний та антропометричний методи: аналіз медичної документації (перебіг вагітності, пологів, раннього неонатального періоду) з оцінкою первинних ризиків (БЛД, ВШК, ретинопатія) [5]. Проводилися регулярні вимірювання фізичного розвитку (довжина/зріст, маса тіла, окружність голови) із обов'язковим розрахунком скоригованого віку та оцінкою за центильними шкалами Fenton та Z-score згідно з рекомендаціями BOOЗ.

2. Нейророзвивальний та психо-діагностичний методи: ранній скринінг неврологічних порушень і ризику формування ДЦП у перші місяці життя за допомогою оцінки якості спонтанної моторної активності (General Movement Assessment — GMA за методом Прехтля); кількісна та якісна оцінка когнітивного, мовленнєвого й моторного розвитку у діти раннього віку із застосуванням стандартизованих шкал Bayley (Bayley Scales of Infant and Toddler Development, 3-тє/4-тє видання); оцінка віддалених наслідків (скринінг розладів уваги, гіперактивності та поведінкових дефіцитів у дошкільному/шкільному віці) за допомогою адаптованих опитувальників (M-CHAT-R, SDQ).

3. Статистичний метод: математична та статистична обробка отриманих даних здійснювалася із застосуванням сучасних пакетів програмування та статистичних програм (IBM SPSS Statistics/Statistica). Розраховували описові статистичні показники: середнє значення ($M \pm m$), медіану та інтерквартильний розмах (IQR). Для оцінювання взаємозв'язків між досліджуваними показниками використовували коефіцієнти кореляції Пірсона та Спірмена. Силу асоціації оцінювали за відношенням шансів (OR) із відповідними 95% довірчими інтервалами (95% CI) для визначення сили зв'язку між ступінню недоношеності,

перинатальними чинниками ризику та віддаленими нейросоматичними наслідками.

Результати дослідження та їх обговорення: у ході проведеного аналізу катamnестичних даних було встановлено, що нормальні показники нейросоматичного та моторного розвитку спостерігалися у 62% обстежених дітей, народжених передчасно. Водночас помірні порушення розвитку діагностовано у 23% дітей, а важкі нейросенсорні та моторні дефіцити — у 15% обстежених. Це свідчить про високу актуальність проблеми довгострокового моніторингу та формування уніфікованих підходів до катamnестичного спостереження за даною категорією пацієнтів.

Аналіз результатів оцінки спонтанної моторної активності за методом Прехтля (GMA) у віці 3–5 місяців скоригованого віку показав чіткі розбіжності між групою дітей із сприятливим перебігом розвитку та групою дітей із подальшим формуванням неврологічного дефіциту. Зокрема, у дітей із важкими віддаленими наслідками статистично значущо домінували аномальні типи спонтанної моторики (відсутність типів рухів *fidgety* та наявність *stamped-synchronous*, середня частота була на 48% вищою порівняно з групою порівняння, $p < 0,05$). Обстежувані цієї категорії частіше демонстрували стійкі ознаки перинатального ураження центральної нервової системи, патологічний м'язовий тонус та затримку рефлексорних реакцій, незалежно від первинної маси тіла при народженні.

Психометричне обстеження за шкалами Bayley (Bayley-III/IV) також продемонструвало високу частоту мовленнєвих та когнітивних затримок у дітей віком 12–24 місяці скоригованого віку. Було виявлено, що у дітей із гестаційним віком менше 30 тижнів та масою тіла при народженні менше 1200 г цей показник виражений дещо сильніше, ніж у дітей із більшим терміном гестації. Діти з вираженою затримкою психомоторного розвитку потребували розширеної психолого-педагогічної адаптації та спеціалізованих програм раннього втручання через наявні труднощі у формуванні мовленнєвих навичок та сенсорної інтеграції.

Кореляційний аналіз між показниками спонтанної моторики за методом GMA у ранньому віці та підсумковими балами когнітивного розвитку за шкалами Bayley виявив сильний прямий зв'язок між якістю рухових паттернів та рівнем подальшого нейророзвитку ($r = 0,71$, $p < 0,001$). Це підтверджує гіпотезу про те, що ранній скринінг якісних характеристик спонтанної моторики є ключовим прогностичним фактором для своєчасного виявлення ризику формування дитячого церебрального паралічу та затримки психомоторного розвитку.

Отримані результати узгоджуються з даними сучасних міжнародних та вітчизняних досліджень у галузі неонатології та дитячої неврології, які підкреслюють необхідність комплексного підходу до катamnестичного спостереження за передчасно народженими дітьми, що включає не лише своєчасну діагностику соматичної патології, а й ранню міждисциплінарну корекцію неврологічних та когнітивних порушень.

Висновки: проблема довгострокового моніторингу та оцінювання віддалених наслідків передчасного народження є надзвичайно актуальною: у 38% обстежених дітей виявлено порушення нейросоматичного та моторного розвитку (у 23% — помірного ступеня, у 15% — важкі дефіцити), причому основними домінуючими чинниками виникнення когнітивних і мовленнєвих затримок є глибока недоношеність (гестаційний вік менше 30 тижнів та маса тіла при народженні менше 1200 г) і патологічні типи спонтанної моторики у ранньому віці, про що свідчить встановлений статистично значущий прямий кореляційний зв'язок між якістю рухових паттернів за методом GMA та рівнем подальшого когнітивного розвитку за шкалами Bayley ($r=0,71$, $p<0,001$), що доводить високу прогностичну цінність раннього нейророзвивального скринінгу та обґрунтовує необхідність того, щоб розробка й впровадження комплексних програм катамнестичного спостереження обов'язково базувалися на міждисциплінарному підході й включали ранню корекцію порушень, психолого-педагогічну підтримку та залучення родин для максимальної реалізації потенціалу нейропластичності дитини.

Список літератури:

1. World Health Organization. WHO recommendations on interventions to improve preterm birth outcomes. Geneva : World Health Organization, 2015. 108 p. ISBN 978 92 4 154915 8. URL: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549158>
2. National Institute for Health and Care Excellence (NICE). Developmental follow-up of children and young people born preterm (NICE Guideline NG29). London : NICE, 2017. URL: <https://www.nice.org.uk/guidance/ng29>
3. Watterberg K. L., et al. / American Academy of Pediatrics Committee on Fetus and Newborn. Hospital Discharge and Long-Term Follow-Up of the Preterm Infant. Pediatrics. 2008. Vol. 121, No. 2. P. 433–441. DOI: <https://doi.org/10.1542/peds.2007-3101>
4. Purnamasari N., Sastroasmoro S., Hendarto A. Long-Term Neurodevelopmental Outcome Measures in Preterm Infants: A Systematic Review. Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences. 2021. Vol. 9(F). P. 183–190. DOI: <https://doi.org/10.3889/oamjms.2021.5833>
5. Soleimani F., Zaheri F., Abdi F. Long-term neurodevelopmental outcomes after preterm birth. Iranian Red Crescent Medical Journal. 2014. Vol. 16, No. 6. Art. e17965. DOI: <https://doi.org/10.5812/ircmj.17965>
6. Pascal A., Govaert P., Oostra A., Naulaers G., Ortibus E., Van den Broeck C. Neurodevelopmental outcome in very preterm and very-low-birthweight infants. Developmental Medicine & Child Neurology. 2018. Vol. 60, No. 4. P. 342–349. DOI: <https://doi.org/10.1111/dmcn.13640>
7. Einspieler C., Prechtl H. F. Prechtl's assessment of general movements: a diagnostic tool for the functional assessment of the young nervous system. Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews. 2005. Vol. 11, No. 1. P. 61–67. DOI: <https://doi.org/10.1002/mrdd.20051>

8. Шунько Є. Є., Костюк О. О., Лакша О. Т. Сучасні підходи до катamnестичного спостереження за новонародженими високого ризику в Україні. Неонатологія, хірургія та перинатальна медицина. 2019. Т. 9, № 3. С. 5–12. DOI: <https://doi.org/10.24061/2413-4260.IX.3.33.2019.1>

OPTIMIZATION OF DEPOSIT-CONTROL STRATEGIES TO ENHANCE THE OPERATIONAL EFFICIENCY OF TRUNK PIPELINES

Rastsvietaiev Valerii

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Oil and Gas Engineering and Drilling,
Dnipro University of Technology

The operational efficiency of trunk oil pipelines is significantly affected by the accumulation of asphaltene-resin-paraffin deposits on internal pipe surfaces [1-3]. These deposits reduce the effective flow area, increase hydraulic resistance and pumping energy consumption, decrease pipeline throughput, and contribute to the development of under-deposit corrosion [4-6]. Therefore, optimizing deposit-control systems is essential for improving the energy efficiency, operational reliability, and economic performance of pipeline transportation [7-9].

Wax deposition is governed by molecular diffusion, particulate transport, turbulent shear, and the aging of the deposited layer. Its intensity depends on crude oil composition, wax appearance temperature, viscosity, wall and bulk fluid temperatures, flow regime, pipe diameter, surface roughness, and operating time [10-12]. Seasonal temperature variations significantly affect deposition rates, indicating the need for adaptive deposit-control strategies [13-15].

Mechanical pigging and chemical inhibition represent complementary methods for controlling internal deposits [16-18]. Mechanical cleaning removes accumulated material, whereas chemical inhibitors modify crystal formation and growth [19-21]. Their combined application can provide a more favorable balance between hydraulic performance, energy consumption, chemical usage, and maintenance costs than either method used independently [22-24].

A hybrid deposit-growth model coupled with the Darcy-Weisbach hydraulic equation and the Colebrook-White friction-factor relationship provides a quantitative framework for evaluating deposit accumulation and its impact on pipeline performance [25-27]. The model incorporates molecular diffusion, shear-induced removal of weakly attached crystals, deposit aging, changes in effective pipe diameter, and the resulting increase in pressure drop [28-30]. This approach enables the integrated assessment of deposit dynamics and hydraulic efficiency.

The proposed framework treats the pigging interval and inhibitor concentration as decision variables [31-33]. The optimization objective is to minimize annual operating costs, including pumping energy, chemical procurement and injection, pigging operations, downtime, and penalties associated with excessive deposit thickness or pressure losses [34, 35]. Operational constraints are imposed on maximum deposit thickness and the pressure-drop ratio relative to a clean pipeline [36, 37].

The modelling results demonstrate that seasonal adjustment of pigging frequency can improve pipeline performance. For the investigated pipeline segment, with a length

of 120 km and an internal diameter of 720 mm, the preferred seasonal strategy involves pigging every 28-32 days during winter and every 38-42 days during summer, with an inhibitor concentration of 45-55 ppm. This schedule accounts for the increased deposition intensity associated with lower ground temperatures.

Compared with the baseline calendar-based policy of pigging every 45 days and using an inhibitor concentration of 80 ppm, the optimized seasonal strategy reduces maximum deposit thickness from 8.2 mm to 4.4 mm. The annual pumping-energy penalty relative to a clean pipeline decreases from 16.4% to 7.1%, while annual chemical consumption decreases by 37%. The composite operating-cost index is reduced by approximately 22%, demonstrating the economic advantages of coordinated mechanical and chemical deposit control.

For pipelines where seasonal adjustment of pigging schedules is operationally impractical, a fixed interval of 34 days combined with an inhibitor concentration of 50 ppm provides an effective alternative. This strategy reduces maximum deposit thickness to 4.9 mm, limits the pumping-energy penalty to 8.3%, and decreases the composite operating-cost index by approximately 18% relative to the baseline policy. Consequently, a relatively simple operational adjustment can capture most of the benefits of seasonal optimization.

Integrating operational monitoring with deposit-thickness estimation enables a transition from calendar-based maintenance to condition-based pigging. Pipeline pressure, flow-rate, and temperature records can be used to estimate deposit thickness through inverse hydraulic calculations. In the investigated scenario, triggering pigging when the estimated thickness reaches 4.5 mm, with an inhibitor concentration of 50 ppm, reduces the composite cost index to 0.76 of the baseline value. The effectiveness of this approach depends on the accuracy and temporal resolution of the available operational data.

The optimal deposit-control strategy is particularly sensitive to wax appearance temperature and winter ground-temperature variations. An increase of 4°C in wax appearance temperature shifts the preferred winter pigging interval toward more frequent cleaning and increases the optimal inhibitor concentration. By comparison, uncertainty in the shear-stripping coefficient has a relatively limited effect on the optimized cost. These findings emphasize the importance of reliable laboratory characterization and site-specific model calibration.

The proposed framework is based on a one-dimensional, single-phase flow model and a simplified representation of deposit aging. Further research should incorporate spatially nonuniform deposition, local accumulation near valves and diameter transitions, two-phase flow conditions, and more detailed inhibitor chemistry. The integration of continuous pressure-drop inversion and model recalibration after each pigging operation could further improve the accuracy and adaptability of deposit-control decisions.

The results demonstrate that optimizing pigging intervals and chemical inhibitor concentrations through integrated deposit-growth modelling, hydraulic analysis, and economic assessment can substantially improve the operational efficiency of trunk oil pipelines. Seasonal optimization reduces deposit accumulation, decreases pumping-

energy requirements, lowers chemical consumption, and improves overall cost-effectiveness. A fixed-interval strategy provides a practical alternative, while condition-based pigging offers additional economic potential when reliable SCADA data are available.

The proposed methodology supports data-driven pipeline maintenance planning and can be adapted to different crude oils and operating conditions through calibration against laboratory measurements, pressure-drop histories, and pigging records. Further development should focus on spatially resolved deposition models and closed-loop operational control to enhance pipeline reliability, energy efficiency, and long-term economic performance.

References

1. Abdullayev, V., Alsafarova, M., Valiyev, F., Hasanov, K. I., & Alishova, J. (2026). Development of a new reagent against asphaltene–resin–paraffin deposits. *SOCAR Proceedings*, 113–118. <https://doi.org/10.5510/OGP2026SI101184>
2. Alsafarova, M., Samadov, A., Matiyev, K., & Ganbarova, J. (2024). Development of a new reagent for the prevention of asphaltene-resin-paraffin deposits. *Scientific Petroleum*, 50–53. <https://doi.org/10.53404/Sci.Petro.20240100057>
3. Seyfiyev, F. G., Alsafarova, M., & Khalilov, N. (2025). Development of a new composition for prevention of asphaltene-resin-paraffin deposits. *Azerbaijan Oil Industry*, 29–34. <https://doi.org/10.37474/0365-8554/2025-04-29-34>
4. Rastsvietaiev, V., Haddad, J., Pashchenko, O., Shporta, A., & Tymchenko, S. (2026). Modeling of deposit accumulation processes and optimization of their removal systems in main pipelines. *Collection of Research Papers of the National Mining University*, (85), 114–126. <https://doi.org/10.33271/crpnmu/85.114>
5. Rastsvietaiev, V.O. (2026). Research on the Mechanisms of Deposit Formation and Development of a Comprehensive System for Combating Them in Trunk Pipelines. *Наукoвий вiсник ДoнHTУ*, 2(17), 18-28. <https://doi.org/10.31474/2415-7902-2026-2-17-18-28>
6. Rastsvietaiev, V., & Vasylenko, D. (2025). Technological and Energy Advantages of Induction Heating in Oil Transportation Systems by Pipelines. *Coll.res.pap.nat.min.univ.* 82, 246–257. <https://doi.org/10.33271/crpnmu/82.246>
7. Uju, E. (2026). Enhancing reliability and operational integrity of hydrogen compression systems supporting the US energy transition. *International Journal of Engineering Technology Research & Management (IJETRM)*, 10(8), 34–51.
8. Расцветаев, В.О., Азюковський, О.О., Бабенко, М.В., & Васильченко, Д.О. (2025). До питання перспектив застосування індукційного нагріву у системах транспортування нафти трубопроводами. *Наукoвий вiсник ДoнHTУ*, 2(15), 232–245. <https://doi.org/10.31474/2415-7902-2025-2-15-232-245>
9. Shmitov, N., Teshebayev, N., Kulniyazova, K., Kissikova, N., & Zakarina, A. (2026). Improving the efficiency of pipeline leak detection systems using neural networks. *Scientific Journal of Astana IT University*. <https://doi.org/10.37943/25O0BN9303>

10. Расцветаев, В.О., Азюковський, О.О., Бабенко, М.В., Васильченко, Д.О. (2025). Шляхи коригування взаємодією елементів газоперекачувальних агрегатів магістральних трубопроводів для покращення їх ефективності в умовах температурних коливань. *Науковий вісник ДонНТУ*, 1(14), 185–200. <https://doi.org/10.31474/2415-7902-2025-1-14-185-200>
11. Leontaritis, K. J., & Geroulis, E. (2011, May). Wax deposition correlation-Application in multiphase wax deposition models [Paper presentation]. *Offshore Technology Conference, Houston, TX, United States*. <https://doi.org/10.4043/21623-MS>
12. Расцветаев, В.О., Азюковський, О.О., Пащенко, О.А., Яворська, В.В., Бабенко, М.В. (2025). Неруйнівні методи оцінки впливу газогідратів на міцність магістральних трубопроводів. *Технічна інженерія*, 2(96), 322–330. [https://doi.org/10.26642/ten-2025-2\(96\)-322-330](https://doi.org/10.26642/ten-2025-2(96)-322-330)
13. Han, Z., Huang, Y., Zhou, W., Yang, A., Zhang, Q., Zhang, S., Zhang, W., Zhuang, W., Ma, F., Zhou, X., Zhang, Y., Ma, X., & Yin, B. (2026). Divergent adaptive strategies of different biological soil crusts to seasonal environmental fluctuations in a temperate desert. *Plant Biology*. <https://doi.org/10.1111/plb.70304>
14. Pashchenko, O., Aziukovskyi, O., Rastsvietaiev, V., & Zabolotna, Yu. (2025). Construction and operation of main pipelines in complex geodetic conditions using horizontal directional drilling. *Geo-Technical Mechanics*, 172, 76–85. <https://doi.org/10.15407/geotm2025.172.076>
15. Mansur, A. A., Alam, M. S., Ahmed Himo, S., Ahmed, K., & Khan, M. (2026). Impact of dust deposition on solar photovoltaic systems: A comprehensive review of performance degradation, regional variations, and mitigation strategies. *Sustainability*, 18(10), Article 4893. <https://doi.org/10.3390/su18104893>
16. Заболотна, Ю.О., Азюковський, О.О., Расцветаев, В.О., Кучин, О.С., Бабенко, М.В. (2025). Концепція застосування сучасних геодезичних методів при проєктуванні та спорудженні перетинів магістральних трубопроводів із залізничними коліями. *Збірник наукових праць НГУ*, 81, 209–221. <https://doi.org/10.33271/crpnmu/81.209>
17. Karimi, M., & Miroliaei, A. (2026). Methods of removing deposits in oil and gas pipelines: A review. *Environmental Science and Pollution Research*, 33, 13529–13545. <https://doi.org/10.1007/s11356-026-37978-4>
18. Расцветаев, В.О., Азюковський, О.О., Пащенко, О.А., Бабенко, М.В., Васильченко, Д.О. (2025). Термодинамічні та кінетичні аспекти формування газогідратів у магістральних трубопроводах. *Вісті Донецького гірничого інституту*, 2(57), 7–14. <https://doi.org/10.31474/1999-981X-2025-2-7-14>
19. Lu, X., Zhao, M., Zhao, H., Tang, C., Yu, Z., Li, L., & Li, J. (2026). Mechanism of chemical and mechanical action in chemical mechanical polishing of KDP crystal. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 144, 3797–3810. <https://doi.org/10.1007/s00170-026-18076-8>
20. Расцветаев, В.О., Азюковський, О.О., Заболотна, Ю.О., Яшин, Д.О., Бабенко, М.В. (2025). Оцінювання технічного стану переходу магістрального

газопроводу «Шебелинка–Диканька–Київ» через залізничну колію. *Збірник наукових праць НГУ*, 83, 324–337. <https://doi.org/10.33271/crpnmu/83.324>

21. Zhou, J., Geng, J., Wei, H., Liu, H., Li, J., Wang, S., Li, C., Liu, T., & Hui, F. (2026). Pareto-guided process optimization of single-crystal InP chemical mechanical polishing: Balancing material removal rate and surface roughness. *Micromachines*, 17(10), Article 1108. <https://doi.org/10.3390/mi17101108>

22. Rastsvietaiev, V.O., Haddad, J., Aziukovskyi, O.O., Pashchenko, O.A., Babenko, M.V., & Vasylenko, D.O. (2026). Development and Evaluation of Combined Methods for Cleaning Paraffin Wax Deposits in Pipelines Oil and Gas Industry. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, (1), 50-57. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2026-1/050>

23. Homayounfar, M., Daneshvar, A., Pourghader Chobar, A., & Abolghasemian, M. (2026). Combined approach for task scheduling in cloud computing systems using meta-heuristic algorithms and virtual machine migration. *International Journal of Pervasive Computing and Communications*, 1–38. <https://doi.org/10.1108/IJPC-09-2025-0422>

24. Haddad, J., Alfaqs, F., Pashchenko, O., Khomenko, V., & Rastsvietaiev, V. (2026). Dynamics of the destruction of paraffin deposits in oil–gas systems under cyclic pressure. *Journal of Engineering and Applied Science*, 73(1), 160. <https://doi.org/10.1186/s44147-026-01007-5>

25. Lima, G., Nunes Flores, J. H., Faria, L., Pitana, K., Saretta, E., Massey, J., & Oliveira, H. (2025). Darcy friction factor equations for small-diameter pipes in lateral irrigation systems: An experimental study. *Journal of the ASABE*, 68, 801–811. <https://doi.org/10.13031/ja.16338>

26. Rastsvietaiev, V., Aziukovskyi, O., Babenko, M., Vasylenko, D., Yashyn, D. (2026). Innovative Approaches to Managing Deposit Formation Processes in Main Pipeline Systems. *Collection of Research Paper of National Mining University*, 84, 149-160. <https://doi.org/10.33271/crpnmu/84.149>

27. Moreno, E. (2026). HydraNet Academic: Interactive platform with automatic interpretation for the analysis and learning of hydraulic networks in civil engineering. *Scientia et Technica*, 31, 31–39. <https://doi.org/10.22517/23447214.26020>

28. Rastsvietaiev, V.O., Yavorska, V.V., Vasylenko, D.O., Yashyn, D.O., & Koroviaka, M.Ye. (2026). Justification of technological solutions for methods of prediction and control of deposits in trunk pipelines. *Technical Engineering*, 1(97), 498-506. [https://doi.org/10.26642/ten-2026-1\(97\)-498-506](https://doi.org/10.26642/ten-2026-1(97)-498-506)

29. Huang, Q., Xie, Y., Yang, Y., Shen, Z., Wang, R., Zhang, X., Huang, H., Tian, Y., & Long, X. (2026). Optimization and performance prediction of air-flotation cyclones for oily wastewater. *RSC Advances*, 16, 49331–49348. <https://doi.org/10.1039/D6RA03194C>

30. Rastsvietaiev, V., Kamyshatskyi, O., Petrenko, V., Dmytruk, O., & Vashchenko, I. (2026). Integration of digital technologies and environmentally sustainable solutions for optimizing hydrocarbon transportation. *IOP Conference*

Series: Earth and Environmental Science, 1630(1), 012055.
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/1630/1/012055>

31. Garcia, F., Martinez, J., Cruz, N., Mukherjee, S., & Al-Farisi, O. (2026). *Flowvision AI context aware production forecasting via virtual flow metering and operational text mining*. <https://doi.org/10.2118/232130-MS>

32. 32. Пащенко, О. А., Коровяка, Є. А., Хоменко, В. Л., & Расцветаєв, В. О. (2026). *Технологія прокладання трубопроводів методом горизонтально-направленого буріння*. Журфонд.

33. Dabour, Z., & Kinder, D. (2026). Translating traditional herbal use into medication-safety decisions: A proposed community-contextualized translational ethnopharmacy framework for pharmacy practice. *Pharmacy, 14(7)*, Article 141. <https://doi.org/10.3390/pharmacy14070141>

34. Pashchenko, O. A., Koroviaka, Ye. A., Khomenko, V. L., & Rastsvietaiev, V. O. (2026). *Technology, design, and sustainable applications of horizontal directional drilling [Monograph]*. Zhurfond.

35. Liu, Z., Pan, X., & Chen, Z. (2026). Managing mission risk through performance-based mission processing rate and abort decisions. *Quality and Reliability Engineering International*. <https://doi.org/10.1002/qre.70436>

36. Rastsvietaiev, V., & Yashyn, D. (2026). On the issue of developing a combined method for removing paraffin deposits in oil and gas pipelines. In *Proceedings of the VII International Scientific and Practical Conference* (pp. 189–195). Oslo, Norway. <https://isg-konf.com/vectors-of-scientific-progress-international-experience-and-strategic-priorities/>

37. Ekpenyong, O. (2026). CFD analysis of pipeline flow in tank farms: Friction factor and pressure drop. *International Journal of Engineering and Modern Technology*. <https://doi.org/10.56201/ijemt.vol.12.no6.2026.pg1.25>

ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА ПРАГМАТИЧНОЇ АДАПТАЦІЇ АНГЛОМОВНИХ ІДІОМ У КІНОДИСКУРСІ (НА МАТЕРІАЛІ СЕРІАЛУ «ЕМІЛІ В ПАРИЖІ»)

Михайлова Ірина Анатоліївна,

старший викладач

кафедри германських мов та перекладу

Національний університет «Одеська політехніка»

Коваленко Наталія Віталіївна

здобувач другого (магістерського) рівня

кафедри перекладу і теоретичної та прикладної лінгвістики

Актуальність дослідження. Сучасний медійний дискурс, зокрема простір сучасних телесеріалів та художніх кінострічок, є динамічним середовищем функціонування розмовної фразеології та ідіоматики. В умовах активної глобалізації та стрімкого розвитку стрімінгових платформ актуалізується проблематика адекватного відтворення національно-культурного колориту, прагматичного потенціалу та індивідуального голосу персонажів (*character voice*) при перекладі українською мовою. Оскільки переклад кіно – це завжди більше, ніж просто робота зі словами. У світі аудіовізуального перекладу текст живиться картинкою та звуком, тому звичайні ідіоми та фразеологізми потрапляють у суворі рамки екрана. У контексті сучасних лінгвістичних студій принциповим є розмежування базових понять. Як зазначає О. Залужна, термінологічна ідентифікація вимагає чіткого розмежування семантичної цілісності та ступеня мотивованості компонентів, де ідіома виступає вершинним проявом фразеологічної одиниці з повністю переосмисленим значенням [2]. Для систематизації емпіричного матеріалу ключовим є тематичний підхід. Н. Герцовська наголошує на необхідності виділення тематичних груп ідіом, що дозволяє структурувати мовний масив відповідно до комунікативних ситуацій, міжособистісних стосунків та соціокультурного контексту носіїв мови [1]. Своєю чергою, дослідження Л. М. Коваля, О. А. Чаплик та С. Р. Масона доводять, що фразеологічні одиниці у дискурсивних формаціях виконують не лише номінативну, а й яскраво виражену експресивно-оцінну та іллокутивну функції, а правильна інтерпретація ідіом забезпечує ефективність міжкультурної комунікації [3]. Практичний аналіз та трансформаційні аспекти перекладу (на матеріалі серіалу *Emily in Paris*) Емпіричним підґрунтям нашого аналізу виступає американсько-французький медійний проєкт «Емілі в Парижі», де зіткнення американської ділової культури (*corporate hustle*) та європейського гедонізму породжує унікальний пласт фразеології.

1. Тематична група: Діловий та корпоративний дискурс У мовленні головної героїні домінують американські бізнес-метафори та динамічні ідіоми. Яскравим прикладом є фраза “to step on someone’s toes” (втручатися в чужі справи, порушувати межі), яка у внутрішньокорпоративному контексті трансформується у соматичний образ “to step in someone’s shoes” («зайняти чийсь місце», «взути чужі туфлі») (Speak all Week, 2021). Перекладацька стратегія: Під час перекладу подібних одиниць українською мовою буквальне калькування руйнує прагматичну норму. Перекладачі вдаються до функціональних аналогів або лексичних трансформацій («переходити дорогу», «займати чийсь місце»), зберігаючи комунікативну інтенцію персонажа. Модель ділової поведінки Емілі часто описується виразом “to hit the ground running” (одразу енергійно взятися за справу). Перекладацька стратегія: Замість описового перекладу доцільно використовувати еквівалентні українські фразеологізми з високим динамічним потенціалом — «з місця в кар’єр» або «включитися на повну оберт».

2. Тематична група: Міжособистісні стосунки, емоційні стани та іронія Англomовні ідіоми в ромках часто слугують засобом психологічної характеристики героїв. Наприклад, вираз “to have the world at your feet” («мати світ біля своїх ніг») виражає стан піднесення й оптимізму, тоді як вислови на кшталт “a storm in a teacup” («буря в склянці води») актуалізують універсальні фразеологічні еквіваленти в обох мовах, забезпечуючи максимальну еквівалентність. Особливої уваги заслуговують випадки передачі зниженої лексики та розмовного сленгу, що виконують комічну функцію. Для опису напружених або невизначених романтичних стосунків між персонажами вживається ідіома “to be on the fence” (вагатися, не можучи зробити вибір). Перекладацька стратегія: В українському перекладі застосовується прагматична адаптація «сидіти на двох стільцях» або «сидіти як на голках» в залежності від відтінку тривожності чи розгубленості.

Експресивна репліка персонажа Люка “I guess that makes me a star fucker!” демонструє високий ступінь прагматичної дифузії. Збереження комічного таймінгу та ілюкутивної сили в українському перекладі вимагає пошуку стилістично еквівалентних розмовних конструкцій, здатних передати тонкий сарказм без порушення загального регістру персонажного мовлення.

Висновки: проведений аналіз засвідчує, що переклад англomовних ідіом у кіножанрі «gotcom» не обмежується міжмовною підстановкою, а є складним процесом прагматичної та культурної адаптації. Домінуючими трансформаціями у сучасному перекладі є пошук функціональних аналогів, лексичні заміни та дезідіоматизація (описовий переклад), що дозволяє нівелювати лакунарність, зберегти експресивне навантаження та забезпечити повноцінне сприйняття медійного тексту реципієнтом.

Список літератури

1. Герцовська Н. Підходи до класифікації англійських ідіом: тематичний аспект. *DSpace UzhNU*. URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/bitstreams/01707288-79ef-426e-9663-681556a63995/download> (дата звернення: 05.10.2026).

2. Залужна О. До питання розмежування термінів «фразеологізм» та «ідіома» в сучасній українсько- та англомовній фразеографії. *ResearchGate*. 2024. URL: https://www.researchgate.net/publication/385491459_Do_pitanna_rozmezuvanna_terminiv_frazeologizm_ta_idioma_v_sucasnij_ukrainsko-ta_anglijskomovnij_frazeografii (дата звернення: 05.10.2026).

3. Коваль Л. М., Чаплик О. А., Масон С. Р. Використання ідіом у сучасному англійському діловому дискурсі. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2020. Вип. 30(3). С. 23–26. URL: https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2020/30_3/23.pdf (дата звернення: 05.10.2026).

КОМПОЗИЦІЙНІ ОСОБЛИВОСТІ АНГЛОМОВНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ЦИФРОВИХ ПЛАТФОРМ

Смаглій Валерія,

доктор філологічних наук, професор,
завідувач кафедри «Іноземні мови та переклад»
Одеського національного морського університету

Костякова Вікторія,

здобувач освіти
Одеського національного морського університету

Стрімкий розвиток цифрових технологій зумовив трансформацію традиційних форм створення, поширення та сприйняття художніх текстів. Особливого значення в цьому контексті набувають англomовні літературні платформи, які поєднують функції електронної бібліотеки, середовища авторської творчості та простору комунікації між письменниками й читачами. На відміну від друкованої літератури, цифрові художні твори функціонують у межах специфічної композиційної структури, що охоплює не лише власне текст, а й додаткові елементи його організації, презентації та рецензії. У зв'язку із цим актуальним постає дослідження композиційних особливостей англomовних літературних платформ як чинника формування нових способів організації художнього дискурсу.

Метою дослідження є визначення та характеристика композиційних особливостей англomовних літературних платформ на матеріалі цифрового середовища Wattpad. Для досягнення поставленої мети застосовано описовий метод, структурно-композиційний аналіз та елементи дискурсивного аналізу. Матеріалом дослідження слугує англomовна літературна платформа Wattpad, зокрема її система організації художніх творів, представлення авторського контенту та забезпечення читачкої взаємодії.

Теоретичним підґрунтям дослідження є праці зарубіжних науковців, присвячені цифровій літературі та соціальному читанню. Зокрема, С. Ребора та Ф. П'янцола [2] розглядають Wattpad як середовище, у якому читачські коментарі безпосередньо співвідносяться з окремими фрагментами художнього тексту. Дослідники наголошують на необхідності врахування взаємозв'язку між текстовими структурами та реакціями реципієнтів. У праці Ф. П'янцоли, С. Ребори та Г. Лауера [1] доведено значущість цифрового соціального читання для літературознавчих досліджень, зокрема для вивчення взаємодії між художнім текстом, його жанровими характеристиками та читачькими коментарями.

У межах цього дослідження композицію літературної платформи пропонується розглядати як багаторівневу організацію цифрового художнього простору, що забезпечує структурне впорядкування текстового матеріалу, його навігаційну доступність і комунікативну взаємодію учасників літературного

процесу. Аналіз Wattpad [3] дозволяє виокремити три взаємопов'язані композиційні рівні: макрокомпозиційний, мезокомпозиційний та мікрокомпозиційний.

Макрокомпозиційний рівень охоплює загальну архітектуру літературної платформи, тобто систему розміщення та впорядкування художніх творів у цифровому середовищі. Його основними складниками є головна сторінка, тематичні й жанрові категорії, пошукові механізми, персоналізовані рекомендації та авторські профілі. Важливою характеристикою цього рівня виступає нелінійність навігації, оскільки користувач може переходити від одного твору до іншого через систему цифрових посилань, жанрових позначень і рекомендацій. Відповідно, композиційна організація платформи визначається не лише послідовністю представлення художнього матеріалу, а й можливістю формування індивідуальної читачкої траєкторії. Особливістю макрокомпозиції Wattpad є поєднання бібліотечного принципу систематизації творів із механізмами соціальної мережі. Авторський профіль функціонує як окремий композиційний компонент, що об'єднує інформацію про письменника, опубліковані твори та засоби взаємодії з аудиторією.

Мезокомпозиційний рівень представлений структурною організацією окремого художнього твору. На платформі Wattpad твір зазвичай має назву, обкладинку, анотацію, жанрові та тематичні позначення, а також поділ на частини або розділи. Зазначені компоненти формують композиційну рамку цифрового тексту та виконують інформаційну, ідентифікаційну й атрактивну функції. Особливого значення набуває серіалізований принцип публікації, за якого художній твір може оприлюднюватися поступово, окремими розділами. Така форма організації тексту впливає на його композиційну цілісність, оскільки кожна частина повинна зберігати зв'язок із загальною сюжетною лінією та водночас підтримувати читачкий інтерес. У цьому контексті важливими композиційними засобами стають інтригуювальні завершення розділів, сюжетні паузи, відкриті фінали окремих епізодів та поступове розгортання конфлікту. Зазначені прийоми не є винятково цифровими, однак серіалізований формат платформи створює додаткові умови для їх активного використання.

Окрему роль у мезокомпозиції відіграють анотації та авторські примітки. Анотація виконує функцію попередньої презентації художнього твору, визначає його тематичну спрямованість і формує первинні очікування читача. Авторські примітки, своєю чергою, можуть розміщуватися перед основним текстом або після нього, створюючи додатковий комунікативний простір між автором і реципієнтом. Унаслідок цього традиційна структура художнього твору доповнюється цифровими паратекстуальними елементами.

Мікрокомпозиційний рівень охоплює внутрішню організацію окремих текстових фрагментів та їхню взаємодію з інтерфейсом платформи. До його основних характеристик належать абзацне членування, розташування діалогів, графічне виділення окремих висловлень, використання розділових знаків, а також можливість коментування конкретних частин тексту.

Особливістю Wattpad є функціонування коментарів, пов'язаних з окремими фрагментами художнього твору. Така форма читацької взаємодії створює додатковий комунікативний шар, який не належить безпосередньо до авторського наративу, проте впливає на його сприйняття. Як зазначають С. Ребора та Ф. П'янцола [2], аналіз коментарів дозволяє встановити зв'язок між конкретними текстовими елементами та емоційними реакціями читачів. Отже, мікрокомпозиція цифрового художнього дискурсу характеризується співіснуванням авторського тексту й читацьких інтерпретацій, які можуть бути просторово наближені в межах інтерфейсу.

Важливою композиційною характеристикою англомовних літературних платформ є також інтерактивність, що забезпечує перехід від односторонньої моделі літературної комунікації до багатосторонньої. Читач отримує можливість не лише сприймати художній текст, а й залишати коментарі, висловлювати оцінки та брати участь в обговоренні сюжетних подій і персонажів. Водночас необхідно розмежовувати композицію авторського твору та композицію його цифрового представлення: читацькі реакції формують додатковий дискурсивний рівень, але не обов'язково змінюють структуру самого художнього тексту.

Ще однією визначальною ознакою композиції цифрових літературних платформ виступає мультимодальність. На Wattpad вербальний компонент художнього твору поєднується з візуальними елементами, насамперед обкладинками, зображеннями профілів та графічним оформленням сторінок. Візуальні компоненти виконують не лише декоративну, а й смислоутворювальну функцію, оскільки сприяють жанровій ідентифікації твору та формуванню його емоційно-оцінного сприйняття. Особливо помітною така взаємодія є в романтичній та молодіжній прозі, де візуальна презентація часто орієнтована на створення певних жанрових очікувань.

Отже, композиційна організація англомовних літературних платформ характеризується багаторівневістю, нелінійністю навігації, серіалізованістю художнього матеріалу, інтерактивністю та мультимодальністю. На прикладі Wattpad встановлено, що макрокомпозиційний рівень забезпечує загальну структурну організацію цифрового літературного середовища, мезокомпозиційний визначає особливості представлення окремого художнього твору, а мікрокомпозиційний відображає внутрішню організацію тексту та його взаємодію з читацькими коментарями. Запропонована трирівнева модель є аналітичним узагальненням, яке дозволяє систематизувати композиційні характеристики цифрової літератури. Перспективу подальших досліджень убачаємо в зіставному аналізі композиційної організації англомовних жіночих романів, опублікованих на різних цифрових платформах, з метою виявлення впливу технологічного середовища на структурно-композиційні та лінгвостилістичні особливості сучасного художнього дискурсу.

Список літератури

1. Pianzola F., Rebor S., Lauer G. Wattpad as a resource for literary studies: Quantitative and qualitative examples of the importance of digital social reading and

readers' comments in the margins. *PLOS ONE*. 2020. Vol. 15, No. 1. Article e0226708. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0226708>.

2. Rebora S., Pianzola F. A New Research Programme for Reading Research: Analysing Comments in the Margins on Wattpad. *DigitCult: Scientific Journal on Digital Cultures*. 2018. Vol. 3, No. 2. P. 19–36. DOI: <https://doi.org/10.4399/97888255181532>.

3. Wattpad : цифрова літературна платформа. URL: <https://www.wattpad.com/> (дата звернення: 20.10.2026).

СЕМАНТИЧНА СТРУКТУРА НОМІНАТИВНОГО ПОЛЯ КОНЦЕПТУ *FREEDOM* В АНГЛІЙСЬКІЙ МОВІ

Смаглій Валерія,

доктор філологічних наук, професор,
завідувач кафедри «Іноземні мови та переклад»
Одеського національного морського університету

Дзисько Злата,

здобувач освіти
Одеського національного морського університету

У сучасній когнітивній лінгвістиці дослідження номінативних полів концептів становить важливий напрям вивчення мовної репрезентації знань про навколишній світ. Особливе місце в англomовній концептуальній картині світу посідає концепт *FREEDOM*, який відображає уявлення про особисту незалежність, можливість вибору, відсутність обмежень, автономію особистості та реалізацію індивідуальних прав. **Метою** дослідження є визначення семантичної структури номінативного поля концепту *FREEDOM* в англійській мові, виокремлення його ядерних і периферійних компонентів та встановлення основних семантичних зв'язків між одиницями поля.

Теоретичним підґрунтям дослідження слугує підхід І. М. Колегаєвої до конструювання номінативного поля концепту, який передбачає послідовне виявлення мовних одиниць, що об'єктивують концепт, та їх систематизацію відповідно до семантичних характеристик [1]. Матеріалом дослідження стали лексикографічні дефініції іменника *freedom*, представлені в Merriam-Webster Dictionary, The Free Dictionary та Online Etymology Dictionary [2–4]. Основними методами дослідження є дефініційний, компонентний та етимологічний аналізи, а також метод семантичної класифікації.

Ядро номінативного поля концепту *FREEDOM* представлене однойменною лексемою *freedom*, яка характеризується полісемантичністю та інтегрує декілька взаємопов'язаних значень. У Merriam-Webster Dictionary лексема визначається через поняття *the quality or state of being free*, а також через значення *absence of necessity, coercion, or constraint in choice or action* [2]. Наведені дефініції актуалізують семантичні компоненти *independence, absence of coercion, lack of restrictions, choice* та *action*. Відповідно, центральною концептуальною ознакою *FREEDOM* постає можливість самостійного здійснення дій без зовнішнього примусу.

Дефініції The Free Dictionary розширюють семантичне наповнення досліджуваної лексеми завдяки актуалізації значень особистої незалежності, звільнення від контролю, права на вільні дії та відсутності обмежень [3]. Компонентний аналіз дозволяє виокремити семи *personal autonomy, self-determination, absence of restraint, right* та *independent action*. У такий спосіб

семантика FREEDOM поєднує два взаємопов'язані аспекти: негативний, що передбачає відсутність примусу або перешкод, і позитивний, пов'язаний із можливістю реалізації власної волі.

Етимологічний аналіз свідчить про історичну багатшаровість семантики досліджуваної лексики. За даними Online Etymology Dictionary, *freedom* походить від давньоанглійського *freodom*, утвореного від *freo* («free») за допомогою суфікса *-dom*, який позначав стан або становище [4]. Історично семантика слова була пов'язана зі станом вільної людини, на протилежному залежному або підневільному становищу. У процесі семантичного розвитку значення розширилося до абстрактного позначення незалежності, можливості вибору та відсутності обмежень. Отже, етимологічний компонент засвідчує первинність ознаки *free status*, яка стала основою формування сучасної семантичної структури концепту.

На підставі дефініційного та компонентного аналізів у структурі номінативного поля FREEDOM можна виокремити декілька семантичних мікрополів.

Мікрополе «Незалежність та автономія» охоплює лексику *independence, autonomy, sovereignty, self-determination, self-government*. Їх об'єднують семи *independence, self-control and absence of external authority*. ЦентRALЬНОЮ ознакою цього мікрополя є здатність суб'єкта самостійно визначати власні дії або здійснювати управління без зовнішнього втручання.

Мікрополе «Права та можливості» представлене одиницями *liberty, right, privilege, entitlement, permission*. Його семантичну основу становлять компоненти *right to act, legal possibility and authorization*. На відміну від попереднього мікрополя, у цьому випадку свобода концептуалізується насамперед як соціально або юридично закріплена можливість здійснення певних дій. Водночас *permission* та *privilege* мають периферійний статус, оскільки можуть передбачати залежність від дозволу або особливого статусу.

Мікрополе «Відсутність обмежень» об'єднує лексику *unrestraint, liberation, release, emancipation, exemption*. Спільними для них є семи *absence of restriction, removal of control and release from dependence*. Семантична специфіка цієї групи полягає в актуалізації свободи як стану, що виникає внаслідок усунення зовнішніх перешкод, примусу або залежності.

Мікрополе «Вільний вибір та волевиявлення» представлене одиницями *free will, choice, discretion, volition, agency*. Їх інтегрують семантичні компоненти *independent decision, ability to choose and intentional action*. У межах цього мікрополя FREEDOM осмислюється як внутрішня здатність особистості ухвалювати рішення та діяти відповідно до власних намірів.

Мікрополе «Соціально-політична свобода» охоплює номінативні одиниці *civil liberty, political freedom, freedom of speech, freedom of expression, freedom of religion*. Вони актуалізують семи *civil rights, political participation, freedom of expression and absence of political oppression*. На відміну від загальних позначень незалежності, зазначені словосполучення конкретизують свободу в межах суспільних відносин і політико-правових інститутів.

Семантична організація номінативного поля FREEDOM характеризується наявністю синонімічних, антонімічних і гіперо-гіпонімічних зв'язків. Найближчими до ядерної лексики є *liberty* та *independence*, які мають значний обсяг спільних семантичних компонентів. Водночас *liberty* частіше актуалізує правовий або суспільний аспект свободи, тоді як *independence* підкреслює відсутність залежності від інших суб'єктів. Лексеми *autonomy* та *self-determination* конкретизують значення самостійного управління й ухвалення рішень.

Антонімічний сегмент поля представлений одиницями *slavery*, *captivity*, *dependence*, *oppression*, *coercion*, *restriction*. Вони вербалізують протилежні семантичні ознаки *dependence*, *constraint*, *external control* та *absence of choice*. Зіставлення протилежних значень сприяє уточненню семантичних меж концепту FREEDOM, оскільки його зміст значною мірою формується через протиставлення свободи різним формам залежності та примусу. Зазначені антоніми становлять контрастивне оточення поля, а не його власне синонімічне ядро.

Отже, номінативне поле концепту FREEDOM має складну ієрархічну організацію, у якій ядро представлене лексемою *freedom*, ближня периферія охоплює *liberty*, *independence*, *autonomy*, *self-determination*, а дальня периферія включає лексичні одиниці та словосполучення, що конкретизують окремі аспекти свободи. Інтегральною семантичною ознакою поля є *absence of external constraint*, тоді як диференційними виступають *personal autonomy*, *right to act*, *independent choice*, *self-government* та *release from dependence*. Семантична структура досліджуваного поля відображає багатовимірність англomовного осмислення свободи як індивідуального стану, соціальної цінності та правової можливості.

Список літератури

1. Колегаєва І. М. Конструювання номінативного поля концепту: етапи та одиниці. Записки з романо-германської філології. 2018. № 1 (40). С. 121–127. DOI: [https://doi.org/10.18524/2307-4604.2018.1\(40\).137068](https://doi.org/10.18524/2307-4604.2018.1(40).137068).
2. Freedom. Merriam-Webster Dictionary. URL: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/freedom> (дата звернення: 20.10.2026).
3. Freedom. The Free Dictionary. URL: <https://www.thefreedictionary.com/freedom> (дата звернення: 20.10.2026).
4. Freedom. Online Etymology Dictionary. URL: <https://www.etymonline.com/word/freedom> (дата звернення: 20.10.2026).

ПІЛАТЕС І ЗДОРОВЕ ДОВГОЛІТТЯ: СУЧАСНІ НАУКОВІ ПІДХОДИ ДО ПІДТРИМАННЯ ФІЗИЧНОГО ТА ПСИХІЧНОГО ЗДОРОВ'Я

Бірючинська Світлана Віталіївна

старший викладач факультету фізичного виховання і спорту,
кафедри спортивної підготовки та фітнесу,
Київський столичний університет імені Бориса Грінченка,
м. Київ, Україна

АНОТАЦІЯ

У тезах узагальнено результати сучасних систематичних оглядів і метааналізів щодо впливу занять пілатесом на фізичне та психічне здоров'я людей старшого віку в контексті концепції здорового довголіття. Мета роботи — визначити, які компоненти функціонального стану та психологічного благополуччя можуть покращуватися завдяки пілатесу, а також окреслити межі наявних доказів. Застосовано аналітичний огляд п'яти рецензованих наукових публікацій, присвячених рівновазі, мобільності, постуральному контролю, якості життя та психологічним показникам. Результати опублікованих досліджень свідчать про можливе покращення окремих показників динамічної рівноваги, фізичної функціональності й суб'єктивного благополуччя порівняно з відсутністю тренувань. Водночас величина ефекту залежить від характеристики учасників, програми занять, тривалості втручання та типу контрольної групи. Порівняння різних метааналізів потребує обережності через неоднакові інструменти оцінювання та статистичні моделі. Пілатес доцільно розглядати як один із компонентів багатокomпонентних програм підтримання активності, а не як доведений засіб збільшення тривалості життя. Перспективними напрямками залишаються дослідження довгострокових наслідків, ризику падінь, когнітивного здоров'я та оптимального дозування занять.

Ключові слова: пілатес, здорове довголіття, рівновага, психічне здоров'я, якість життя, старіння.

Актуальність дослідження.

Здорове довголіття характеризується не лише збільшенням тривалості життя, а й збереженням функціональних можливостей, автономності та психічного благополуччя в старшому віці. Поступове зниження м'язової сили, рівноваги й рухової впевненості може обмежувати повсякденну активність. Водночас страх падіння, хронічний біль і погіршення сну взаємодіють із фізичними обмеженнями. Тому важливим напрямом профілактики є доступні, адаптивні програми рухової активності, здатні підтримувати декілька компонентів здоров'я одночасно.

Пілатес поєднує контрольовані рухи, дихання, увагу до положення тіла, координацію та поступове регулювання навантаження. Метод можна адаптувати

до рівня підготовленості, проте його популярність сама по собі не є доказом переваги над іншими формами вправ. Наукову оцінку слід здійснювати за конкретними кінцевими показниками та з урахуванням якості досліджень [1–3].

Мета та методи.

Мета роботи — узагальнити дані рецензованих систематичних оглядів і метааналізів про вплив пілатесу на фізичні функції та психічне благополуччя людей старшого віку і визначити його місце в програмах здорового довголіття. Виконано описовий аналітичний огляд п'яти наукових публікацій 2021–2024 років [1–5]. Відібрано роботи з чітко визначеною старшою віковою групою, порівняльним дизайном або синтезом контрольованих випробувань і результатами щодо фізичних чи психологічних показників. Це не новий систематичний огляд: повторного пошуку за протоколом PRISMA та повторного метааналізу не проводили.

Фізичні компоненти здорового старіння.

Метааналітичний огляд Meikis, Wicker і Donath охопив 51 дослідження та 2485 учасників віком від 55 років (середній вік 66,5 року). Порівняно з неактивними контрольними групами для сукупності фізіологічних результатів отримано стандартизовані величини ефекту SMD 0,55 і 0,68 відповідно для підгруп без клінічних станів та з ними. Порівняно з активними контрольними групами ефекти були меншими: SMD 0,27 і 0,50 [1]. Це свідчить про користь регулярних занять, але також демонструє важливість вибору групи порівняння.

Огляд Metz та співавторів включив 24 рандомізовані випробування (897 учасників). Для тесту Timed Up and Go (TUG) у шести випробуваннях зафіксовано середнє скорочення часу виконання на 0,92 с порівняно з контролем (95% ДІ від –1,67 до –0,17 с). Водночас за шкалою Berg у трьох випробуваннях статистично переконливої міжгрупової різниці не виявлено; неоднорідність результатів була значною [2]. Отже, окремі тести мобільності можуть поліпшуватися, але не всі показники рівноваги змінюються однаково.

Рівновага та функціональна незалежність.

У систематичному огляді Samraio та співавторів (2023) виявлено позитивні результати для частини втручань, спрямованих на статичну й динамічну рівновагу. Із 15 проаналізованих втручань 8 продемонстрували статистично значущий ефект; для динамічної рівноваги — 6 із 9, для статичної — 4 із 8 [3]. Ці частки описують кількість втручань зі значущим результатом, а не відсоток людей, у яких настало покращення, і не є оцінкою середньої величини ефекту.

Інший метааналіз 27 випробувань (1017 учасників) встановив у контрольованих дослідженнях більшу стандартизовану величину ефекту для динамічної рівноваги (0,714; 95% ДІ 0,428–1,000), ніж для статичної (0,270; 95% ДІ 0,182–0,358). Для постави результат був менш визначеним (0,311; 95% ДІ –0,106–0,729). Автори застерегли, що дослідження нижчої методологічної якості могли переоцінювати ефект [4].

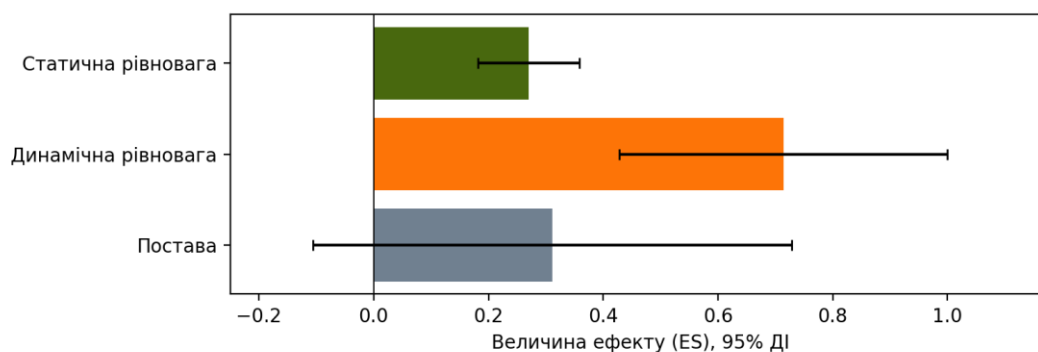


Рис. 1. Порівняння ефектів пілатесу за показниками рівноваги й постави у контрольованих дослідженнях. Дані з метааналізу [4]; 95% довірчі інтервали.

Показники рівноваги важливі для збереження самостійності, однак покращення тестового результату не можна автоматично прирівнювати до доведеного зменшення частоти падінь або смертності. Для таких висновків необхідні дослідження з реєстрацією відповідних подій та тривалим спостереженням.

Психічне здоров'я та якість життя.

Психічне благополуччя у старшому віці включає суб'єктивну оцінку здоров'я, настроїв, сон, соціальну залученість і впевненість у власних можливостях. Пілатес потенційно впливає на ці компоненти через регулярну фізичну активність, увагу до руху, контроль дихання та відчуття компетентності. Проте запропоновані механізми не слід вважати доведеними причинними шляхами без спеціальних експериментальних перевірок.

У метааналізі Meikis та співавторів для психологічних показників порівняно з неактивним контролем отримано SMD 0,62 та 0,83 у двох підгрупах. Водночас порівняння з активним контролем не виявило статистично значущих переваг пілатесу за сукупними психологічними результатами [1]. Отже, регулярне залучення до рухової практики може мати позитивне значення, але наявні дані не підтверджують однозначної переваги пілатесу над іншими ефективними видами фізичних вправ.

Особливої обережності потребує інтерпретація узагальнених психологічних показників: у різних випробуваннях до них входили якість життя, депресивні симптоми, якість сну, страх падіння, біль і суб'єктивне сприйняття здоров'я. Об'єднання неоднорідних шкал у спільний показник полегшує синтез, проте ускладнює клінічне тлумачення. Дані про психологічну резильєнтність як окремий конструкт залишаються недостатніми для впевнених висновків. У мережевому метааналізі 42 випробувань різних практик mind-body лише одне стосувалося пілатесу, тому узагальнені ефекти на депресію й тривожність не можна приписувати виключно йому [5].

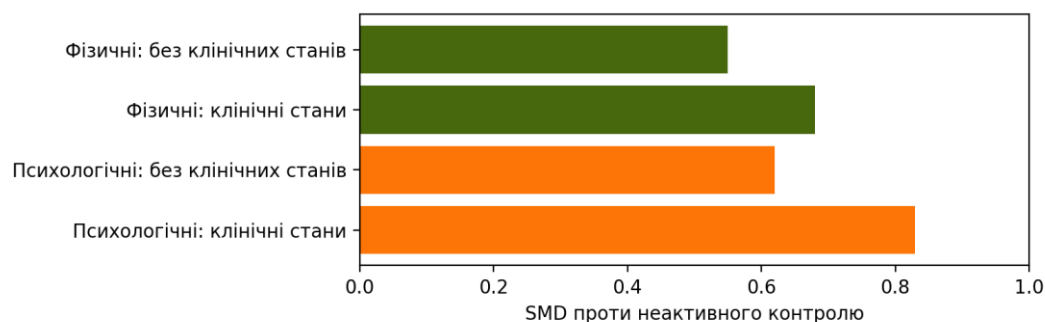


Рис. 2. Узагальнені фізичні та психологічні ефекти пілатесу проти неактивного контролю. Дані [1]. Це різні сукупності показників, а не пряме порівняння конкретних шкал.

Практичні аспекти програмування.

Результати оглядів підтримують доцільність включення адаптованого пілатесу до багатокомпонентних програм активного старіння. Практичне застосування передбачає первинну оцінку рівноваги, рухливості, сили, переносимості навантаження, супутніх захворювань та індивідуальних цілей. Заняття доцільно будувати за принципами поступовості, доступності й безпечного прогресування, поєднуючи контроль руху з функціонально значущими завданнями.

За даними аналізу 27 випробувань, середня тривалість занять становила приблизно 58 хв, частота — 2,1 раз на тиждень, тривалість програм — 12,3 тижня [4]. Це опис типових протоколів у включених роботах, а не універсальна оптимальна доза. Частота, складність і обсяг вправ мають визначатися індивідуально; за потреби пілатес доповнюють аеробною активністю, силовими вправами та тренуванням рівноваги.

Обговорення результатів.

Зіставлення досліджень показує відносно послідовний позитивний напрям змін у динамічній рівновазі та окремих показниках функціональної мобільності. Водночас результати щодо статичної рівноваги, постави, якості життя й настрою залежать від обраних шкал, типу контролю та характеристик учасників [1–4]. У дослідженнях, де пілатес порівнювали з відсутністю занять, величини ефекту переважно вищі, ніж у порівняннях з іншою активною руховою програмою. Це методологічно важлива обставина для коректного формулювання висновків.

Обмеження доказової бази включають невеликі вибірки окремих випробувань, відмінності у форматах Mat Pilates і тренажерного пілатесу, неоднакову інтенсивність, коротку тривалість спостереження, різnorідні критерії включення та високі значення статистичної неоднорідності в частині метааналізів. Деякі огляди охоплюють переважно жінок, що обмежує перенесення результатів на чоловіків старшого віку. Оглядовий характер цієї роботи та відбір лише п'яти публікацій також не дають підстав заявляти про повне охоплення літератури.

Важливо відокремлювати поняття здорового довголіття від фактичного подовження життя. Показники балансу, мобільності, настрою і якості життя є релевантними складовими здорового старіння, проте самі по собі не доводять збільшення тривалості життя. Перспективними є довготривалі рандомізовані дослідження з реєстрацією падінь, госпіталізацій, фізичної незалежності та валідованих показників психічного благополуччя.

Висновки.

1. Пілатес є перспективним адаптивним видом фізичної активності для людей старшого віку; наявні метааналізи вказують на позитивний вплив на частину фізичних показників, передусім динамічну рівновагу та функціональну мобільність [1–4].

2. Порівняно з неактивним контролем можливі позитивні зміни психологічних показників; однак перевага над іншими активними програмами вправ переконливо не доведена [1].

3. Для практики здорового довголіття пілатес доцільно розглядати як складову індивідуалізованої багатокомпонентної рухової програми, а не як заміну всім іншим видам фізичного навантаження.

4. Подальші дослідження мають уточнити оптимальну дозу занять, тривалість ефектів, вплив на падіння, психічне здоров'я та довгострокову функціональну незалежність.

Список літератури

1. Meikis L., Wicker P., Donath L. Effects of Pilates Training on Physiological and Psychological Health Parameters in Healthy Older Adults and in Older Adults With Clinical Conditions Over 55 Years: A Meta-Analytical Review. *Frontiers in Neurology*. 2021. Vol. 12. Art. 724218. DOI: 10.3389/fneur.2021.724218.

2. Metz V. R., Scapini K. B., Gomes A. L. D., et al. Effects of pilates on physical-functional performance, quality of life and mood in older adults: Systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2021. Vol. 28. P. 502–512. DOI: 10.1016/j.jbmt.2021.06.005.

3. Sampaio T., Encarnação S., Santos O., et al. The Effectiveness of Pilates Training Interventions on Older Adults' Balance: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Healthcare*. 2023. Vol. 11(23). Art. 3083. DOI: 10.3390/healthcare11233083.

4. Rocha J. S. da, Poton R., Rosa L., Silva N. L. da, Farinatti P. Pilates and improvement of balance and posture in older adults: A meta-analysis with focus on potential moderators. *Health Sciences Review*. 2022. Vol. 5. Art. 100054. DOI: 10.1016/j.hsr.2022.100054.

5. Dong Y., Zhang X., Zhao R., Cao L., Kuang X., Yao J. The effects of mind-body exercise on anxiety and depression in older adults: a systematic review and network meta-analysis. *Frontiers in Psychiatry*. 2024. Vol. 15. Art. 1305295. DOI: 10.3389/fpsyt.2024.1305295.

EMOTIONAL AND WELL-BEING OUTCOMES OF A THREE-SESSION ELHM PROGRAM IN WOMEN WITH FORCED DISPLACEMENT EXPERIENCE

Dunaievska Tetiana

Master's degree student in Psychology

H. S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University

Founder, KIT Academy

Evaluation of psychological change after a brief structured program is most informative when it captures several dimensions of functioning at the same time. A reduction in distress does not fully describe psychological improvement if changes in life evaluation and attitude toward oneself remain unknown. For this reason, the present study considered four complementary indicators: anxiety, perceived stress, life satisfaction, and global self-esteem. Together they provide a profile that includes both the intensity of negative emotional tension and positive components of psychological well-being.

This multidimensional approach is especially relevant for women with forced displacement experience. Their adaptation takes place in conditions where external uncertainty may coexist with changes in social environment, family responsibilities, employment, financial security, and everyday routines. Research on Ukrainian women affected by forced migration has shown that psychological well-being is associated with personal resources, coping, emotional responses, and tolerance of uncertainty [1], while studies of Ukrainian refugee women have documented substantial emotional burden together with the role of activity, social participation, and supportive resources in adaptation [2]. Evidence from psychosocial intervention research in displaced populations also supports the value of structured approaches that strengthen psychological functioning and adaptive resources [3].

The present work examines these processes through the author-developed Emotional-Level Happiness Management (ELHM) method. The methodological core of ELHM is the '7 Feelings' system described in the author's monograph [4]. Rather than treating emotional experience only as a symptom to be reduced, the model organizes work around recognition of the current inner state, focused contact with emotionally significant material, formation of a more resourceful state, and subsequent integration of this experience into conscious self-understanding and action. In the current study this logic was operationalized as a short group program of three structured online sessions.

The empirical study continues a line of the author's publications in which different aspects of ELHM have been examined in applied and methodological contexts. The framework for maternal emotional regulation considered emotional awareness in relation to communication, boundaries, automatic reactions, and the family emotional environment [5]. A study of an ELHM-based coaching program for women before, during, and after divorce explored changes in emotional clarity, self-awareness, and

decision-making during a major life transition [6]. Emotional-intuitive processes and professional identity were analyzed in a qualitative study of women coaches [7], while pedagogical technologies of awareness and emotional resilience were examined in an educational context [8].

Recent conference publications developed separate conceptual aspects of this research program. The Stockholm paper focused on emotional awareness as a methodological bridge between positive psychology and coaching [9]. The Kharkiv publication on maternal emotional awareness addressed psychological support for children experiencing forced displacement through the emotional functioning of the mother [10]. Another Kharkiv conference paper examined intuition and emotional awareness as resources related to mental health and psychoeducational practice [11]. The present Florence study differs from these works by placing standardized quantitative outcomes at the center of analysis and by testing the dynamics of four psychological indicators in the same participants before and after a defined three-session ELHM cycle.

The aim of the study was to assess changes in anxiety, perceived stress, life satisfaction, and global self-esteem after three group online sessions based on the ELHM '7 Feelings' model in women who had experienced forced displacement. The research hypothesis predicted a coordinated positive pattern: lower GAD-7 and PSS-10 scores together with higher SWLS and RSES scores after completion of the program.

The sample consisted of 38 women aged 35-55 years with forced displacement experience. All 38 participants completed both psychodiagnostic measurements and the complete three-session cycle, which provided a full paired dataset for each of the four scales. The program was conducted online over three consecutive weeks in July 2026. Sessions were held once a week, on Saturdays, and each meeting lasted approximately two hours.

The three meetings had different thematic tasks while preserving one invariant procedural framework. Session 1 concentrated on self-esteem, internal support, confidence, perceived safety, and the participant's sense of personal direction. Session 2 addressed emotionally significant relationships, vulnerability, support, and tension in close interpersonal contact. Session 3 focused on emotional reactions connected with money, material security, financial concerns, and subjective well-being. In every session the participant moved through the same seven-level sequence of the ELHM protocol, from identification of the current state to emotional processing, formation of a resource experience, stabilization, and integration [4]. This organization made it possible to keep the procedure structurally consistent while working with three psychologically important life domains.

Four standardized instruments were used. The Generalized Anxiety Disorder-7 (GAD-7) measured the severity of anxiety symptoms [12]. The Perceived Stress Scale-10 (PSS-10) assessed the extent to which current life circumstances were experienced as overloaded, unpredictable, and difficult to control [13]. The Satisfaction With Life Scale (SWLS) measured the cognitive evaluation of overall life satisfaction [14]. The Rosenberg Self-Esteem Scale (RSES) was used as an indicator of global self-esteem

[15]. The same measures were administered before the first session and again immediately after completion of the third session, allowing direct within-person comparison.

Statistical processing was based on the 38 paired observations. Descriptive analysis included the arithmetic mean (M), median, mode, standard deviation (S), standard error, skewness, and kurtosis. The normality of the individual difference scores 'after - before' was examined with the Shapiro-Wilk test. The Wilcoxon signed-rank test was used for paired comparisons across the four scales. Equal absolute differences received average ranks, zero differences were excluded from ranking, and two-sided p-values were evaluated. Statistical significance was set at $\alpha = 0.05$; because four paired comparisons were performed, the Bonferroni-adjusted threshold $\alpha = 0.0125$ was additionally considered.

The baseline data described a group with elevated emotional tension together with relatively modest positive well-being indicators. The mean GAD-7 score was $M = 12.82$ ($S = 3.04$), the mean PSS-10 score was $M = 22.29$ ($S = 4.15$), SWLS was $M = 18.11$ ($S = 3.75$), and RSES was $M = 19.71$ ($S = 3.56$). Within the GAD-7 distribution, 16 women (42.1%) had scores in the moderate range and 15 (39.5%) in the high range. Thus, 31 of 38 participants (81.6%) entered the program with moderate or high anxiety symptom scores.

After the three sessions, the group profile changed in the hypothesized direction on every measured construct. The mean GAD-7 score decreased to $M = 10.53$ ($S = 3.85$), PSS-10 decreased to $M = 17.87$ ($S = 4.34$), SWLS increased to $M = 21.32$ ($S = 3.95$), and RSES increased to $M = 25.53$ ($S = 3.95$). The paired mean differences were -2.29 for GAD-7, -4.42 for PSS-10, +3.21 for SWLS, and +5.82 for RSES. Table 1 summarizes the principal comparative results.

Table 1

Changes in psychological indicators before and after the three-session ELHM program

Indicator	Before, M ± S	After, M ± S	Δ	Wilcoxon T; p
GAD-7	12.82 ± 3.04	10.53 ± 3.85	-2.29	72.0; <0.001
PSS-10	22.29 ± 4.15	17.87 ± 4.34	-4.42	30.5; <0.001
SWLS	18.11 ± 3.75	21.32 ± 3.95	+3.21	50.5; <0.001
RSES	19.71 ± 3.56	25.53 ± 3.95	+5.82	0; <0.001

Note. $\Delta = M_{\text{after}} - M_{\text{before}}$. All four paired comparisons remain significant at the Bonferroni-adjusted level $\alpha = 0.0125$.

The anxiety result reflects both a change in the group mean and a redistribution of individual scores. GAD-7 decreased in 27 participants, remained unchanged in 3, and increased in 8. The Wilcoxon statistic was $T = 72.0$ with $p < 0.001$. In addition, the proportion of women in the high GAD-7 range decreased from 39.5% before the program to 21.1% after it, while the combined minimal and mild ranges increased from 18.4% to 42.1%. The result therefore appears not only as a numerical decrease in the average score but also as a shift in the distribution of anxiety severity within the group.

The change in perceived stress was more uniform at the individual level. PSS-10 decreased in 35 of 38 women, was unchanged in one participant, and increased in two. The mean reduction was 4.42 points, and the paired comparison yielded $T = 30.5$, $p < 0.001$. This pattern indicates that the post-program assessment was characterized by a lower subjective sense of overload and unpredictability for the overwhelming majority of the participants.

Life satisfaction showed a simultaneous positive shift. The SWLS mean increased by 3.21 points, from 18.11 to 21.32. Twenty-nine women demonstrated an increase, two had no change, and seven had lower post-program scores. The Wilcoxon result was $T = 50.5$, $p < 0.001$. The categorical distribution also changed: before the sessions, 9 participants (23.7%) scored 21 points or higher, whereas after the sessions 21 participants (55.3%) reached this level. This finding is important because it shows movement not only in emotional tension but also in the broader cognitive evaluation of life.

The largest mean change was obtained for global self-esteem. RSES increased by 5.82 points, from $M = 19.71$ to $M = 25.53$. Thirty-seven participants had higher RSES scores after the program and one participant had an unchanged result; no decrease was recorded. The Wilcoxon statistic was $T = 0$, $p < 0.001$. Among the four outcomes, this was the most consistent individual pattern. It is also conceptually congruent with the content of the first ELHM session, which directly addressed self-esteem, internal support, confidence, and perceived safety.

The normality check of paired differences provided an additional basis for the selected analytical strategy. Shapiro-Wilk results were $W = 0.962$, $p = 0.216$ for GAD-7; $W = 0.935$, $p = 0.030$ for PSS-10; $W = 0.961$, $p = 0.211$ for SWLS; and $W = 0.963$, $p = 0.243$ for RSES. The paired-difference distribution for PSS-10 showed a statistically significant departure from normality. Using the same nonparametric paired procedure for all four outcomes therefore allowed the four parts of the hypothesis to be evaluated within one consistent statistical framework. All obtained p-values were below 0.001 and remained significant after the Bonferroni adjustment.

The key empirical feature of the study is the convergence of change across measures that represent different psychological domains. Anxiety and perceived stress decreased, while life satisfaction and global self-esteem increased. These outcomes cannot be interpreted as four versions of the same construct: GAD-7 and PSS-10 describe forms of emotional strain, SWLS reflects a cognitive judgment about one's life, and RSES reflects a generalized attitude toward oneself. Their coordinated movement creates an integrated picture of improvement in the emotional and well-being profile of the group after the three-session program.

The individual-level data add an important dimension to this group pattern. Positive direction was observed in 27 participants for GAD-7, 35 for PSS-10, 29 for SWLS, and 37 for RSES. The strongest consistency was found for stress and self-esteem, while anxiety and life satisfaction demonstrated greater individual variability. This difference is psychologically meaningful: a brief program may influence separate aspects of functioning with different speed and uniformity, and the combined use of four instruments makes these distinctions visible.

The present results also give a new empirical role to the ELHM research trajectory represented in the author's previous publications. Earlier works described the conceptual structure of the method, its applications to maternal emotional regulation, coaching during divorce, emotional-intuitive professional processes, educational resilience, and different psychoeducational contexts [4-11]. In contrast, the present study places standardized repeated measurement at the center and demonstrates that the same three-session format is accompanied by statistically significant changes in four predefined outcomes. This quantitative layer complements the earlier conceptual and applied development of ELHM and provides a basis for further replication and expansion of the research program.

The online group format is also practically relevant to populations whose residence and daily circumstances may change. A fixed seven-level sequence was combined with thematic flexibility across self-related, relational, and financial domains. This allowed the program to preserve methodological coherence without reducing participants' experiences to a single content area. The observed post-program profile suggests that structured work with emotional awareness and internal resources can be integrated with standardized psychodiagnostic evaluation in short psychoeducational and coaching formats.

In conclusion, the study demonstrated statistically significant positive dynamics in all four selected indicators among 38 women with forced displacement experience after three ELHM online sessions. Anxiety decreased from 12.82 to 10.53 points and perceived stress from 22.29 to 17.87 points, while life satisfaction increased from 18.11 to 21.32 and global self-esteem from 19.71 to 25.53. The corresponding Wilcoxon statistics were $T = 72.0$ for GAD-7, $T = 30.5$ for PSS-10, $T = 50.5$ for SWLS, and $T = 0$ for RSES; all comparisons had $p < 0.001$. The research hypothesis was confirmed for each of its four components. The combined pattern of lower emotional strain and stronger positive self- and life-evaluation supports the effectiveness of the studied three-session ELHM format and expands the empirical foundation of the method.

References

1. Yurchynska H., Maselska L. Factors of psychological well-being of Ukrainian women forced migrants. *Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Psychology*. 2024. No. 1(19). P. 73-77. DOI: 10.17721/BPSY.2024.1(19).12
2. Adedeji A., Kaltenbach S., Metzner F. et al. Mental Health Outcomes Among Female Ukrainian Refugees in Germany - A Mixed Method Approach Exploring Resources and Stressors. *Healthcare*. 2025. Vol. 13, No. 3. Art. 259. DOI: 10.3390/healthcare13030259
3. Nguyen A. J., Lasater M. E., Lee C. et al. Psychosocial support interventions in the context of forced displacement: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Migration and Health*. 2023. Vol. 7. Art. 100168. DOI: 10.1016/j.jmh.2023.100168
4. Dunaievska T. Emotional-Level Happiness Management (ELHM): The 7 Feelings System for Emotional Regulation and Personal Transformation. Boston: Primedia eLaunch, 2026. 123 p. DOI: 10.46299/979-8-90600-150-4

5. Dunaievska T. Emotional-Level Happiness Management (ELHM) for Maternal Emotional Regulation: A Methodological Framework with Implications for Parent-Child Interaction and the Family Emotional Environment. *AISI Journal of Sensory Integration and Child Development*. 2026. Vol. 1, No. 2-3. DOI: 10.68388/aisi-j.si.v1i2-3.05
6. Dunaievska T. Implementing the Emotional-Level Happiness Management (ELHM) Method: A Coaching-Based Emotional Regulation Program for Women Before, During, and After Divorce. *International Science Journal of Education & Linguistics*. 2026. Vol. 5, No. 3. P. 8-16. DOI: 10.46299/j.isjel.20260503.02
7. Dunaievska T. Emotional-Intuitive Approaches in Coaching: Barriers and Professional Identity of Women Coaches in Academic and Corporate Contexts. *Economics and Education*. 2026. Vol. 11, No. 1. P. 57-65. DOI: 10.30525/2500-946X/2026-1-9
8. Dunaievska T. O. Pedahohichni tekhnolohii formuvannia usvidomlenosti ta emotsiinoi stiikosti v osvithnomu protsesi. *Naukovi zapysky. Seriia: Pedahohichni nauky*. 2025. Issue 221. P. 169-173. DOI: 10.36550/2415-7988-2025-1-221-169-173
9. Dunaievska T. Emotional Awareness as a Contemporary Methodological Tool in Positive Psychology and Coaching. *Paradigm Shift in Academic Research: Modern Tools and Methodologies*. *Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference*. Stockholm, Sweden, October 13-16, 2026. P. 171-176. DOI: 10.46299/ISG.2026.2.6
10. Dunaievska T. Maternal Emotional Awareness as a Factor in Psychological Support for Children Experiencing Forced Displacement. *Models of Personality Life Creating in Modern Socio-Cultural Contexts*. Kharkiv: H. S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University, 2026. P. 57-58.
11. Dunaievska T. Intuition and Emotional Awareness as Resources for Preserving Mental Health: The Author's ELHM Method. *Mental Health in the Education System as a Foundation of National Resilience*. Kharkiv: Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, 2026. P. 343-347.
12. Spitzer R. L., Kroenke K., Williams J. B. W., Lowe B. A Brief Measure for Assessing Generalized Anxiety Disorder: The GAD-7. *Archives of Internal Medicine*. 2006. Vol. 166, No. 10. P. 1092-1097. DOI: 10.1001/archinte.166.10.1092
13. Cohen S., Kamarck T., Mermelstein R. A Global Measure of Perceived Stress. *Journal of Health and Social Behavior*. 1983. Vol. 24, No. 4. P. 385-396. DOI: 10.2307/2136404
14. Diener E., Emmons R. A., Larsen R. J., Griffin S. The Satisfaction With Life Scale. *Journal of Personality Assessment*. 1985. Vol. 49, No. 1. P. 71-75. DOI: 10.1207/s15327752jpa4901_13
15. Rosenberg M. *Society and the Adolescent Self-Image*. Princeton: Princeton University Press, 1965. DOI: 10.1515/9781400876136

ПСИХОДІАГНОСТИЧНЕ МИСЛЕННЯ ПСИХОЛОГА: ВІД РЕЄСТРАЦІЇ СИМПТОМІВ ДО КЛІНІЧНОЇ ІНТЕРПРЕТАЦІЇ

Тарасова Валерія Валеріївна

доктор філософії з психології, викладач кафедри практичної психології
Українського державного університету імені Михайла Драгоманова

Психодіагностичне мислення є ключовою професійною компетентністю практичного психолога, оскільки забезпечує перехід від сприйняття первинного опису скарг і поведінкових проявів до цілісного, обґрунтованого розуміння психологічного функціонування людини. У практиці недостатньо зафіксувати окремий симптом або отримати числовий показник за тестовою шкалою: необхідно встановити, у якому контексті виникає прояв симптому, як він розгортається в часі, з якими переживаннями та життєвими обставинами пов'язаний і яке значення має для самої людини в контексті її особистої історичності. Відтак психодіагностичне мислення можна розглядати як послідовний процес осмислення формування, перевірки та уточнення гіпотез, а не як механічне зіставлення ознак із готовою категорією.

Мета тез - концептуалізувати психодіагностичне мислення як інтегративний процес, що поєднує клінічне мислення, систематичне збирання інформації, критичну оцінку даних, контекстуальну інтерпретацію та дотримання професійно-етичних принципів. Методологічну основу становить теоретичний аналіз сучасних рекомендацій щодо психологічного оцінювання, використання психодіагностичних тестів і клінічного опису психічних розладів [1–3].

Перший рівень психодіагностичного процесу - описовий. На цьому етапі психолог уточнює скарги, спостерігає за поведінкою, аналізує особливості мовлення, емоційні реакції, когнітивне функціонування та збирає дані анамнезу. Важливо розрізняти безпосередньо спостережуваний факт і його пояснення. Наприклад, твердження «людина тричі перервала розмову й надовго замовкла» описує поведінку, тоді як висновок «вона чинить опір» уже є інтерпретаційною гіпотезою, яка потребує додаткових підстав. Таке розмежування зменшує ризик передчасного висновку та дозволяє зберігати відкритість до альтернативних пояснень.

Другий рівень - аналітичний. Отримані дані співвідносять між собою, з урахуванням тривалості, інтенсивності, частоти й ситуаційної зумовленості проявів, їхнього впливу на повсякденне функціонування, а також вікового, соціального, культурного, соматичного контекст та можливу вигоду від симптома. Окремий симптом не має достатньої діагностичної специфічності сам по собі: подібні прояви можуть виникати за різних психологічних станів і життєвих обставин. Тому клінічно значущим є не лише перелік ознак, а й конфігурація їхніх взаємозв'язків, перебіг у часі та ступінь порушення функціонування. У цьому сенсі класифікаційні системи, зокрема МКХ-11,

забезпечують спільну мову опису й діагностичні орієнтири, але не замінюють професійного оцінювання конкретного випадку [1].

Третій рівень - перевірка діагностичних гіпотез. Психолог має зіставляти початкові припущення з даними інтерв'ю, спостереження, психометричних тестів та, за потреби, інформацією з інших релевантних джерел. Вибір інструмента повинен визначатися запитом, метою оцінювання, психометричними властивостями методики та її придатністю для конкретної особи й контексту. Надійність результату не означає автоматичної правильності інтерпретації; так само стандартизований бал не можна трактувати поза межами того конструкта, для вимірювання якого методику створено. Рекомендації Американської психологічної асоціації та Міжнародної тестової комісії наголошують на компетентності користувача, належному доборі тестів, коректному аналізі результатів і зрозумілому повідомленні висновків [2; 3].

Четвертий рівень - клінічна інтерпретація. Вона передбачає інтеграцію кількісних і якісних даних у пояснювальну модель, яка враховує не лише симптоми, а й ресурси людини, особливості її адаптації, актуальні стресори, міжособистісний контекст та суб'єктивне значення переживань. Інтерпретація не повинна перетворюватися на довільне приписування прихованих причин: кожне суттєве припущення має бути співвіднесене з матеріалом обстеження, а рівень упевненості - відповідати силі доказів. Професійна позиція психолога включає готовність переглядати гіпотезу, якщо нові дані їй суперечать.

Окремого значення набуває розмежування психологічного висновку та медичного діагнозу. Психологічне оцінювання може описувати особливості функціонування, психологічні труднощі, чинники ризику й ресурси, а також обґрунтовувати рекомендації в межах компетентності фахівця. Встановлення діагнозу психічного розладу здійснюється відповідно до професійних повноважень, застосовних нормативних вимог і діагностичних стандартів. За наявності ознак, що потребують медичного обстеження, важливими є своєчасне скерування та міждисциплінарна взаємодія.

Психодіагностичне мислення має також етичний вимір. Конфіденційність, поінформована згода, уважність до культурного контексту, недопущення стигматизувальних формулювань і пояснення обмежень висновку є не додатковими формальностями, а умовами відповідального оцінювання. Результати тестування не повинні використовуватися як незмінний ярлик або єдина підстава для важливих рішень щодо людини. Висновок має бути достатньо точним для професійного використання й водночас зрозумілим для адресата.

Важливим компонентом клінічного інтерв'ю є уважність не лише до семантичного змісту висловлювання, а й до способу його звучання, пауз, інтонацій та афективного забарвлення. Ці характеристики не можна трактувати як самодостатні діагностичні ознаки, однак вони можуть стати підставою для уточнювальних запитань і подальшої перевірки гіпотез. Філософсько-психоаналітичний аналіз голосу, запропонований Младеном Доларом, дає змогу концептуально розрізняти голос як носій значення та голос як окремий вимір суб'єктивного досвіду [4]. У психодіагностичній практиці це положення

доцільно використовувати як теоретичну перспективу для уважного слухання, а не як заміну валідованим методам оцінювання.

Зв'язок психодіагностичного оцінювання з подальшим плануванням психологічної допомоги простежується і в дослідженнях авторки, присвячених стресостійкості підлітків. У дисертаційному дослідженні розглянуто вплив типу прив'язаності на формування стресостійкості, а в окремій публікації обґрунтовано зміст моделі психологічної корекції стресостійкості підлітків [5; 6]. Ці праці демонструють приклад прикладного переходу від концептуалізації психологічної проблеми до обґрунтування напрямів психологічної роботи.

Отже, психодіагностичне мислення доцільно розглядати як циклічний процес: опис проявів — аналіз контексту — формування гіпотез — добір і зіставлення даних — інтерпретація — формулювання висновку та рекомендацій — перегляд припущень за потреби. Його якість визначається не кількістю застосованих методик, а логічністю переходів між даними й висновками, методологічною обґрунтованістю та усвідомленням меж власної компетентності. У професійній підготовці психологів важливо розвивати не лише навички проведення тестування, а й уміння аргументувати інтерпретацію, розрізняти факт і гіпотезу та відповідально комунікувати результати.

Список літератури

1. World Health Organization. Clinical descriptions and diagnostic requirements for ICD-11 mental, behavioural and neurodevelopmental disorders. Geneva: World Health Organization; 2024. URL: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240077263> (дата звернення: 23.10.2026).
2. American Psychological Association. APA Guidelines for Psychological Assessment and Evaluation. Washington, DC: American Psychological Association; 2020. URL: <https://www.apa.org/about/policy/guidelines-psychological-assessment-evaluation.pdf> (дата звернення: 23.10.2026).
3. International Test Commission. The ITC Guidelines on Test Use. URL: <https://www.intestcom.org/page/15> (дата звернення: 23.10.2026).
4. Dolar, M. A Voice and Nothing More. Cambridge, MA: The MIT Press, 2006. URL: <https://mitpress.mit.edu/9780262541879/a-voice-and-nothing-more/> (дата звернення: 23.10.2026).
5. Тарасова В. В. Вплив типу прив'язаності на формування стресостійкості у підлітків : дис. ... д-ра філософії : 053 Психологія. Київ, 2023. URL: https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/738721/1/Tarasova_26.12.pdf (дата звернення: 23.10.2026).
6. Тарасова В. В. Зміст моделі психологічної корекції стресостійкості підлітків. Наукові перспективи. 2023. № 8(38). С. 742–754. DOI: [https://doi.org/10.52058/2708-7530-2023-8\(38\)-742-754](https://doi.org/10.52058/2708-7530-2023-8(38)-742-754).

CULTURAL TOURISM AS A TOOL FOR SHAPING NATIONAL IDENTITY

Buntova Nataliia,

Ph.D., Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Hotel and
Restaurant Business and Tourism
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

Shchipanska Anna,

undergraduate student,
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

Tourism is a multifaceted phenomenon that encompasses economic, social, cultural, and educational dimensions. People travel not only for relaxation, health, or entertainment but also to learn about the history, culture, and traditions of other nations and regions. For this reason, cultural tourism holds a significant place in the modern tourism industry.

Cultural tourism possesses substantial potential for development in Ukraine. Its defining characteristic is that it combines leisure with the exploration of the history, culture, traditions, and unique features of a specific area.

Cultural tourism also plays a vital role in the economic development of regions. Tourists spend money on accommodation, dining, transportation, excursions, souvenirs, museum visits, and other services. This generates additional revenue for local businesses and supports employment within the community.

At the same time, the development of cultural tourism contributes to the preservation of historical heritage. Sites that are actively utilized as tourist attractions gain added social and economic value. However, such tourism-related use must be managed in a way that ensures the sites are not damaged.

Cultural tourism is of particular relevance to Ukraine in the face of contemporary challenges. Preserving and promoting Ukrainian history, culture, and traditions is a vital component in shaping national identity and representing the state on the international cultural stage.

Ukraine possesses an exceptionally diverse cultural and historical heritage. Architectural landmarks, historic city centers, castles, fortresses, museums, religious sites, archaeological remains, folk crafts, traditional cuisine, and festivals constitute a significant tourism resource.

Kyiv, Lviv, Chernivtsi, Kamianets-Podilskyi, Uzhhorod, Mukachevo, and other historic Ukrainian cities serve as particularly important hubs for cultural tourism. These locations offer the potential to develop a wide variety of tourist routes.

Cultural tourism can take many forms, including guided tours of historic city centers, visits to museums, castles, and fortresses, archaeological trails, religious

tourism, ethnographic travel, attendance at cultural festivals, and exploration of traditional cuisine.

A key advantage of this type of tourism is that it can be developed year-round. Unlike beach tourism or certain forms of nature-based tourism, museums, historic city centers, and architectural landmarks can welcome visitors regardless of the season.

Cultural tourism can also serve as an important educational tool. School pupils, university students, and other visitors gain the opportunity to engage directly with historical sites—places they may have previously known only through books or educational materials [1]. Castles and fortresses are particularly significant; they can be integrated into thematic routes, complemented by guided tours, cultural events, culinary programs, and workshops.

Museums also play a major role in the development of cultural tourism. Modern digital technologies make museum exhibits more accessible and engaging for a diverse range of tourists.

Ethnographic and culinary tourism offer the chance to experience regional cultures firsthand. Folk crafts, traditional cuisine, music, attire, and customs can form the basis for unique tourism products.

Cultural tourism generates a significant economic impact [2]. Tourists spend money on accommodation, dining, transportation, excursions, museum visits, and souvenirs, which fosters the growth of local entrepreneurship.

At the same time, there are challenges that hinder the development of this sector. These include insufficient funding for restoration, the poor condition of certain heritage sites, inadequate promotional efforts, issues regarding transport accessibility, and security-related constraints.

Preserving Ukraine's cultural heritage is a particularly important task in the current context. Digital documentation, 3D modeling, and the creation of digital archives can serve as vital tools for preserving information about historical sites.

The prospects for cultural tourism are linked to the development of comprehensive itineraries, digitalization, the expansion of international tourism, the training of professional tour guides, and the active engagement of local communities.

Cultural tourism is significant beyond its economic impact; it contributes to the preservation of historical memory, the promotion of Ukrainian culture, and the shaping of a positive international image for the country.

Consequently, the development of cultural tourism can become a key component of Ukraine's tourism recovery. By combining heritage preservation, modern tourism infrastructure, digital technologies, and the active participation of local communities, cultural resources can be transformed into a significant driver of social, economic, and cultural development across Ukrainian regions.

References

1. Chip L., Myronets N., Buntova N. (2025). Contemporary geopolitical transformations and their impact on the dynamics of international tourist flows. *Social Development: Economic and Legal Issues*, (10). <https://doi.org/10.70651/3083-6018/2025.10.07>

2. Morhulets O., Olshanska O., Cherniavska O., Buntova N.: Strategic mechanisms for managing sustainable development hospitality industry in Ukraine. In: 5th International Conference on Science, Engineering Management and Information Technology, SEMIT 2025. CCIS, 11 September 2025, Dubai, vol. 2652, pp. 54–70 (2025). https://doi.org/10.1007/978-3-032-04228-6_4

ADAPTIVE OPTIMIZATION AND MULTI-CRITERIA MANAGEMENT OF URBAN BUS TRANSPORTATION UNDER HIGH SOCIAL LOAD AND DYNAMIC DEMAND

Shapenko Yevheniia

PhD in Engineering,
Associate Professor of the Department of Transport Systems and Road Safety,
National Transport University

Kotova Svitlana

Senior Lecturer
of the Department of Transport Systems and Road Safety,
National Transport University

Bilonoh Oleksandr

4th-year PhD Student
of the Department of Transport Systems and Road Safety,
National Transport University

Tehypko Nikita

Bachelor's Student
of the Department of International Transportation and Customs Control,
National Transport University

Semenchenko Oleksandr

Bachelor's Student
of the Department of Transport Systems and Road Safety,
National Transport University

Modern urban agglomerations face unprecedented challenges associated with rapid motorization, traffic congestion, environmental degradation, and shifting demographic patterns. In large metropolitan areas without extensive off-street rapid transit systems, surface bus networks remain the primary backbone of public mobility. However, public transport operators encounter severe structural crises driven by static planning paradigms. Fixed, historical timetables fail to accommodate daily, weekly, and seasonal fluctuations in passenger demand, leading to empty vehicle runs during off-peak hours and severe overcrowded conditions during peak periods.

Furthermore, urban bus systems operate under significant social burden, obligating municipal carriers to provide non-reimbursed or partially subsidized transport services to preferential passenger categories. Transactional analysis from modern Automated Fare Collection (AFC) systems reveals that preferential travel accounts for roughly one-third of total annual validations in major metropolitan networks [1]. This social

obligation, combined with destabilizing external factors—such as operational disruptions, fuel price volatility, and shortages of skilled driving personnel—severely limits capital investment capacity. Extensive adaptation measures, such as mechanical tariff hikes or frequency cuts, degrade service quality and shift solvent commuters toward private vehicles. Consequently, transitioning from rigid timetable planning to dynamic, data-driven adaptive routing and dispatching becomes a critical imperative.

International experience in sustainable urban mobility emphasizes intensive, intelligence-driven optimization over mere fleet expansion. Rapid bus integration concepts, such as Bus Rapid Transit (BRT) and express route networks, demonstrate high cost-effectiveness by providing dedicated right-of-way and priority signal control. However, empirical studies highlight that infrastructure expansion alone can inadvertently deepen spatial inequality if peripheral or economically disadvantaged suburban zones remain underserved, giving rise to transport poverty [1,2].

To solve the last-mile problem and serve low-density areas efficiently, modern transit systems adopt Demand Responsive Transit (DRT) and hybrid operational models. High-capacity buses serve as trunk line shuttles between major multi-modal transfer hubs, while flexible, low-capacity vehicles or paratransit systems perform feeder functions on demand [2]. Integrated Cloud Transport Management Systems (TMS) and real-time Big Data analytics allow transit agencies to adjust operating speeds dynamically, prevent vehicle bunching, and eliminate non-productive mileage without compromising overall territorial accessibility.

Designing and reconfiguring urban bus route networks belongs to the class of non-deterministic polynomial-time hard combinatorial optimization problems. Formally, a transit network is modeled as a weighted directed graph where vertices represent stops or transport nodes and edges correspond to road network segments weighted by free-flow travel time, capacity, and passenger volume[3].

Because classical integer linear programming methods scale exponentially and become computationally intractable for large-scale municipal networks, evolutionary and metaheuristic algorithms provide the most viable solution framework. Metaheuristics such as Ant Colony Optimization combined with local search procedures efficiently identify high-demand trunk corridors and eliminate redundant route loops.

To balance inherently conflicting stakeholder objectives, multi-objective evolutionary algorithms – specifically Non-dominated Sorting Genetic Algorithm II—are employed. The decision model optimizes two opposing objective functions simultaneously: passenger generalized cost minimization and operator cost minimization.

Passenger generalized cost minimization evaluates total weighted travel time, comprising walking time to stops, waiting time, in-vehicle travel time, transfer delays, fare costs, and psychological penalty coefficients associated with transfers and waiting uncertainty. On the operator side, cost minimization focuses on total operational fleet expenditure, fuel consumption, driver wages, and deadhead mileage while maximizing vehicle capacity utilization[4,5].

The result of this optimization is a comprehensive set of non-dominated Pareto-optimal solutions. To select a specific operational scenario from the Pareto front, Thomas Saaty's Analytic Hierarchy Process is applied, deriving weight vectors through pairwise comparison matrices verified by an acceptable consistency ratio[6].

Integrating transactional AFC data and real-time GPS telemetry into multi-objective evolutionary models yields significant performance improvements. Dynamic scheduling algorithms allow headways to adapt dynamically across morning peak, off-peak, and evening periods. Empirical evaluations demonstrate that dynamic headway regulation reduces average passenger waiting times at stops by up to twenty-five to thirty percent and eliminates vehicle bunching cascades [7]. Concurrently, removing low-demand spatial loops from trunk routes reduces overall operational carrier costs by twelve to eighteen percent.

Conventional rigid urban bus route design is inadequate under dynamic mobility patterns and strict economic constraints. The proposed adaptive optimization framework seamlessly combines metaheuristic routing algorithms, multi-objective Pareto optimization, and Big Data transaction analytics [7,8]. This approach ensures economic sustainability for public transport operators while guaranteeing equitable spatial accessibility and high quality of service for all passenger groups.

References

1. Lytvyn V., Tazhmuratova A., Yerezhpekzy R., Myrzageldiyev R. Express bus mode as an alternative way of improving the environmental safety of cities. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2024. № 2. P. 126–132.
2. DeWeese J., Santana Palacios M., Belikow A., El-Geneidy A. Whose express access? Assessing the equity implications of bus express routes in Montreal, Canada. *The Journal of Transport and Land Use*. 2022. Vol. 15, No. 1. P. 35–51.
3. Chawuthai R., Sumalee A., Threepak T. GPS Data Analytics for the Assessment of Public City Bus Transportation Service Quality in Bangkok. *Sustainability*. 2023. Vol. 15. P. 5618.
4. Vuchic V. R. *Urban Public Transportation: Systems and Technology*. New York : John Wiley & Sons, 2007. 664 p.
5. Ceder A. *Public Transit Planning and Operation: Theory, Modeling and Practice*. Oxford : Elsevier, 2007. 644 p.
6. Daganzo C. F., Ouyang Y. *Public Transportation Systems: Principles Of System Design, Operations Planning And Real-time Control*. World Scientific, 2019. 512 p.
7. Cats O., Machguth J. Path choice set generation for multi-modal public transport networks: A comparison of network-agnostic and smart card data-driven approaches. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*. 2020. Vol. 119. Art. 102731.
8. Li S., Wu H., Chen Z., Zuo X., Chen H., Zuo B., Song W. Urban Bus Route Planning Method Integrating Heuristic and Non-Dominated Sorting Algorithms — A Case Study of Kunming, Yunnan Province, China, Bus Route 119. *Applied Sciences*. 2026. Vol. 16. P. 3153.

STRUCTURE AND FUNCTIONS OF MODERN AIRPORTS

Tamargazin Oleksandr,

Doctor of Technical Sciences, Professor
National University "Kyiv Aviation Institute"

Ladovych Kateryna,

Higher education student
National University "Kyiv Aviation Institute"

A modern airport can be considered not as a set of runways, air terminals, aprons and service buildings, but as a complex multifunctional socio-technical system. It is in this socio-technical system that aircraft (passenger and cargo), passengers, baggage, cargo, mail, aviation ground equipment, personnel of various airport and airline services, information flows and state control bodies simultaneously interact. In a technological sense, the airport ensures the functioning of several main flows:

- passenger flow → service → boarding → air transportation;
- cargo flow → receiving → processing → picking → loading → air transportation;
- aircraft → arrival → ground handling → preparation → departure.

At the same time, each of these processes takes place within certain spatial, temporal, technological, and security constraints.

It is fundamentally important to distinguish between an airfield and an airport. According to Ukrainian legislation, an aerodrome is a designated area of land or water with buildings, structures, and equipment, intended in whole or in part for the departure, arrival, parking, and movement of aircraft [1]. An airport is a broader concept, as it includes, in addition to the airfield, a complex of ground infrastructure and organizational and technological systems that are necessary for air transportation services. So, an airfield is, first of all, a spatial and technical basis for performing flights, and an airport is a comprehensive system for providing air transportation, combining an air zone, a terminal and a ground zone, as well as a large number of auxiliary and management systems. This distinction is of fundamental importance for the design, operation, certification, and performance evaluation of a modern airport of any class.

The main functions of a modern airport are divided into operational, technological, service, security, commercial, infrastructure, information and management.

Aviation operational functions include functions to ensure the safe and regular movement of aircraft: arrival, landing, taxiing, towing, parking, ground handling, preparation for departure, engine start-up, taxiing for take-off, take-off, emergency and rescue support.

To implement these functions, the following are required: runways, taxiways, aprons, parking areas, lighting equipment, means of communication, navigation and surveillance, meteorological support, air traffic control services, emergency and rescue

and firefighting services [2].

An airport is built to provide a full passenger service cycle. For departing passengers, this cycle consists of the following steps: arrival at the airport, access to the terminal, check-in, baggage drops, security control, border/customs control if necessary, waiting, boarding gate, boarding, flight [3].

For a passenger arriving at the airport, the cycle consists of such stages as disembarkation, delivery to the terminal, border control, baggage claim, customs control, exit to the general area, and ground transport.

For a transfer passenger, the process is more complicated, as it is necessary to ensure the interconnection between the services that provide arrival, transfer control, sorting, organization of waiting for boarding the plane, and boarding gate.

There is currently no single universal classification of airports that would be equally applicable to all tasks of their design and operation. Therefore, airports are classified according to several independent criteria [4].

By the nature of air transportation, airports are classified into passenger, cargo, and combined.

The main volume of operations at passenger airports is regular passenger transportation, charter transportation, transfer transportation, international and domestic flights. The key elements of airports are the passenger terminal, check-in, control, boarding and baggage handling systems.

The main load of cargo airports is formed by the processing of traditional air cargo, mail, express shipments, ULDs, special cargo. The main technological facilities at cargo airports are cargo terminals, warehouses, receiving areas, picking areas, cold storage rooms, dangerous goods areas, ULD areas, cargo aprons.

Combined airports handle significant passenger and cargo traffic simultaneously.

Airports are often classified by the scale of their operations. It is advisable to distinguish between small regional, regional, large international, hub airports, and global megahubs.

The main indicators of the scale of an airport are the number of passengers per year, the number of aircraft operations, peak hourly load, cargo volume, the number of simultaneously served aircraft, the number of destinations, the number of airlines, and the share of transfer traffic.

But for airport design, annual passenger traffic is not enough. For passenger terminal design, peak passenger traffic, estimated hour, peak 15-minute passenger traffic, wave structure of hub operations, departure/arrival ratio, division into domestic and international segments, and transfer passenger traffic structure are much more important.

Airports are also classified by geographical and transport role. Local airports serve a small region or a separate settlement. At the same time, regional airports form the transport accessibility of a particular region and ensure its connection with large aviation centers (hubs). International airports have the infrastructure to carry out international formalities during the transportation of passengers and cargo: border control, customs control, the airport must have appropriate passenger terminal areas, passenger, baggage and cargo control procedures.

Airports can also be hubs of the air transport network structure. Such hub airports are characterized by a concentration of flights in certain time "waves":

arrival → short transfer interval → departure.

Therefore, for a hub airport, terminal capacity, transfer corridors, minimum connection time, baggage sorting, synchronization of "gate" - "apron" - "runway", and information systems are of particular importance.

A modern airport should be considered through at least eight interconnected subsystems: airfield, passenger terminal system, baggage system, cargo transport system, ground transport access system, aircraft ground handling system, airport support infrastructure, airport management systems, and digital systems.

Airport flight area This is a controlled area intended primarily for the movement and maintenance of aircraft. It includes: a maneuvering area (runway, taxiways, other elements of the maneuvering area), an apron system (aprons, parking areas for special equipment, aircraft parking areas, apron taxiways), flight support facilities (lighting equipment, markings, special signs, navigation aids, surveillance systems, communication facilities, meteorological systems).

The Ukrainian Air Code directly includes not only surfaces for aircraft movement, but also air traffic control facilities, means of communication, navigation and surveillance, visual aids, emergency rescue and fire-fighting support, aviation safety, meteorological and electrical support as part of an aerodrome [1].

The central technological hub of the airport is the passenger terminal. It is the interface between the ground and air zones of the airport.

IATA defines a passenger terminal as one of the most complex and expensive elements of an airport, combining ground and air transport. The functional structure of a passenger terminal is not formed by premises, but by technological processes and flows that are implemented in these premises [5].

The main technological zones of the passenger terminal include: passenger arrival at the airport; passenger registration; baggage handling; aviation security control; border, customs, sanitary and other types of state control; waiting; boarding gates; arrival; cargo area; aircraft ground handling; general access to the airport; auxiliary and service areas.

The functions of the airport passenger arrival zone are the disembarkation of city (suburban) transport passengers, orientation, access to the terminal, distribution of passenger flows, and information support.

The registration area contains:

- unified computer stations that are shared by different airlines and ground services for passenger check-in, baggage claim, and boarding;
- universal passenger self-service terminals that allow customers of different airlines to check in on the same device;
- a special place or counter designated exclusively for the delivery of checked baggage;
- places for distributing queues;
- information points;
- places of document preparation.

Already, the world's leading airports are clearly witnessing a trend of transition from fixed traditional passenger check-in counters to a hybrid system - self-service plus staff service.

The use of unified computer stations at airports makes it possible to share physical check-in and boarding positions with different airlines and operators, which increases the flexibility of using the passenger terminal infrastructure.

The baggage handling area has two main technological areas – baggage departure and baggage handling.

The baggage handling scheme for departing passengers is as follows: passenger → check-in / baggage drop-off → transportation → sorting → control → picking → delivery to the aircraft → loading onto the aircraft.

The scheme for processing baggage arriving at the airport: aircraft → unloading → delivery → sorting → baggage receipt → passenger.

To implement these schemes, the baggage handling area includes: conveyors, sorters, scanners, control systems, storage areas, baggage picking areas, baggage claim areas where passengers collect their suitcases and bags after the plane lands. A key requirement for the baggage handling area at the airport is the coordination of the throughput of all its elements, since overall performance is determined by the weakest link in most airports.

Zone is a critical technological constraint in civil aviation. In a modern airport, security should no longer be considered as an isolated "checkpoint". It is part of an overall flow architecture that includes queue formation, passenger preparation, document control, x-ray/3D control of hand luggage, passenger control, additional screening, personnel control, controlled transitions.

IATA emphasizes the need to integrate aviation security solutions directly into the passenger terminal concept, using access control, automated checkpoints, video surveillance, screening and other security technologies.

At any international airport, zones for border, customs, sanitary-quarantine, veterinary, phytosanitary, and other special types of control are formed as needed.

The fundamental requirement for these zones is not to mix flows that have different legal status. For example, international departures, international arrivals, domestic transportation, transfer, transit. ICAO Annex 9 directly links the organization of airport flows with customs, immigration, sanitary and other state procedures [3].

Another area in the passenger terminal is the waiting area. After completing the necessary formalities, the passenger enters the controlled area of the airport. This area contains: a waiting room, shops, catering facilities, sanitary facilities, information systems, recreation areas, business lounges, children's areas, and facilities for people with limited mobility. In the waiting area, it is especially important to ensure visibility, orientation, and minimize unnecessary movements of passengers and staff. IATA recommends forming clear and direct passenger routes, minimizing unnecessary level changes, and the number of decision points.

The boarding gate area includes: aircraft boarding gates, accumulation areas, boarding corridors, bus boarding areas, tele-gates, boarding control devices, information boards, complex information and technology solutions designed to

automate and accelerate the process of passenger boarding in the boarding gate area. The main indicator of the effectiveness of this area is the ability to ensure passenger boarding at the required time without conflict of flows.

The movement of arriving passengers is carried out in the arrivals area. For these passengers, the sequence of operations is formed: aircraft → parking lot → arrivals corridor → border control → baggage claim → customs control → arrivals hall → ground transport.

For an international terminal, it is especially important to ensure correct spatial division: sterile area → control → controlled space → ground part.

Cargo area (cargo complex) is a separate technological system at the airport. It may include: cargo terminal, reception area, export cargo warehouse, import cargo warehouse, area for aviation cargo units (ULD), area for dangerous goods, area for valuable goods, area for pharmaceutical products, refrigerated storage area, premises for live animals, area for oversized cargo, customs area, inspection area (aviation security control), cargo platforms for road transport, places of interaction with the apron.

Typical process for the cargo area: sender → receiving → documentary control → weighing → aviation security control → warehousing → picking → ULD → delivery to the aircraft → loading.

In the reverse direction, the typical process for the cargo area is: aircraft → unloading → ULD disbandment → sorting → warehouse → customs procedures → release → ground transport.

An aircraft ground handling area is a special area of an airfield intended for accommodating aircraft for the purpose of boarding and disembarking passengers, loading and unloading baggage, mail and cargo, as well as for refueling aircraft, parking ground equipment and performing aircraft maintenance in order to prepare them for the next flight.

A typical cycle for this area consists of the following elements: aircraft arrival, installation of pads, connection of ground power, passenger disembarkation, baggage unloading, cargo unloading, catering, cabin cleaning, water supply services, toilet servicing, aircraft maintenance, aircraft refueling, baggage loading, cargo loading, passenger boarding, ground systems shutdown, launch/towing, exit from the parking lot.

Thus, the complex of ground operations to prepare the aircraft for the next flight, which begins from the moment of its arrival at the parking lot (when the pads are fixed or the brake is applied) and continues until the moment of departure (the start of towing or movement), is one of the main integrating processes of the airport.

The airport common access area is a complex of infrastructure, equipment, and IT solutions that serves passengers and transport on the airport territory before passing through aviation security and passport control. This zone provides a connection between the airport and the external transport system of the state and it includes highways, ring roads, station area, parking lots, public transport, rail transport, bus terminals, taxis, car rental, pedestrian infrastructure. For large airports, a multimodal transport hub is actually being formed. Therefore, a modern airport master plan should

take into account not only air operations, but also ground access.

Additionally, auxiliary and service areas can be distinguished, which include:

- aviation services (air traffic control, aeronautical information service, meteorological support, apron management, flight operations);
- emergency and rescue (aviation rescue and fire service, fire station, emergency roads, medical support);
- technical (electrical substations, backup generators, boiler rooms, heating, ventilation and air conditioning at the airport, water supply, sewage, treatment plants, fuel management);
- operational (repair shops, garages, special equipment parking lots, warehouses, cleaning bases, snow removal equipment).

References

1. Air Code of Ukraine, Code of 19.05.2011 No. 3393-VI
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3393-17#Text>
2. ICAO Annex 14. Aerodromes
3. ICAO Annex 9. Facilitation
4. Airport Terminal Planning and Design
<https://www.iata.org/en/training/courses/airport-terminal-design/apc007veen02/en/>
5. IATA Common Use Passenger Processing Systems (CUPPS) Technical Specifications
<https://www.iata.org/en/publications/manuals/iata-common-use-passenger-processing-systems-cupps/>

The authors of the VIII International Scientific and Practical Conference «The modern dimension of interdisciplinary research: from theory to practice» were representatives of the following educational institutions:

Odesa Polytechnic National University; National University “Kyiv Aviation Institute”; National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”; Dnipro State Medical University; Florida Institute of Technology; National Transport University; State University of Information and Communication Technologies; Kharkiv National University of Internal Affairs; Uzhhorod National University; Georgian Technical University; Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas; O. O. Bogomolets National Medical University; Mykhailo Ostrohradskyi Kremenchuk National University and others.

THE MODERN DIMENSION OF INTERDISCIPLINARY RESEARCH: FROM THEORY TO PRACTICE

Scientific publications

Proceedings of the VIII International Scientific and Practical Conference
«The modern dimension of interdisciplinary research: from theory to practice»,
Florence, Italy. 274 p.
(October 27–30, 2026)

UDC 01.1

ISBN – 979-8-90671-563-0

DOI – 10.46299/ISG.2026.2.8

Text Copyright © 2026 by the International Science Group (isg-konf.com).

Illustrations © 2026 by the International Science Group.

Cover design: International Science Group (isg-konf.com)©

Cover art: International Science Group (isg-konf.com)©

All rights reserved. Printed in the United States of America.

No part of this publication may be reproduced, distributed, or transmitted, in any form or by any means, or stored in a data base or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

The content and reliability of the articles are the responsibility of the authors. When using and borrowing materials reference to the publication is required. Collection of scientific articles published is the scientific and practical publication, which contains scientific articles of students, graduate students, Candidates and Doctors of Sciences, research workers and practitioners from Europe, Ukraine and from neighboring countries and beyond. The articles contain the study, reflecting the processes and changes in the structure of modern science. The collection of scientific articles is for students, postgraduate students, doctoral candidates, teachers, researchers, practitioners and people interested in the trends of modern science development.

The recommended citation for this publication is: Feloniuk I. Vision-based autonomous flight of a UAV through a circular gate using a single camera. Proceedings of the VIII International Scientific and Practical Conference. Florence, Italy. 2026. Pp. 50-54 URL: <https://isg-konf.com/the-modern-dimension-of-interdisciplinary-research-from-theory-to-practice/>