

International Science Group

ISG-KONF.COM

**V International Scientific and Practical Conference
«Transformational processes in science: global
experience and local solutions»**

**October 6–9, 2026
Prague, Czech Republic**

ISBN - 979-8-90600-149-8

DOI – 10.46299/ISG.2026.2.5

TRANSFORMATIONAL PROCESSES IN SCIENCE: GLOBAL EXPERIENCE AND LOCAL SOLUTIONS

Proceedings of the V International Scientific and Practical Conference

Prague, Czech Republic
October 6–9, 2026

UDC 01.1

The V International scientific and practical conference “Transformational processes in science: global experience and local solutions” (October 6–9, 2026) Prague, Czech Republic. International Science Group. 2026. 147 p.

ISBN – 979-8-90600-149-8

DOI – 10.46299/ISG.2026.2.5

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. АГРОТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ТА ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА СИЛОС	7
AUTOMATION AND COMPUTER-INTEGRATED TECHNOLOGIES		
2.	Василенко О.А., Леоненко О.В., Цатурян О.Г. АВТОМАТИЗАЦІЯ УПРАВЛІННЯ ПІДРОЗДІЛАМИ БЕЗПЛОТНИХ НАЗЕМНИХ СИСТЕМ: ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ	12
AVIATION AND SPACE TECHNOLOGY		
3.	Pryimak L. CONCEPTUAL PRINCIPLES FOR THE MANAGEMENT OF AIRCRAFT AND GROUND SUPPORT EQUIPMENT SURFACE MOVEMENT AT AERODROMES (PART I)	16
CHEMISTRY		
4.	Klimko Y., Koshchii I. NITROGENOUS HETEROCYCLES. SYNTHESIS BASED ON ADAMANTYLCONTAINING AMIDOALKYLATING REAGENTS	21
COMPUTER SCIENCE		
5.	Stepanov O., Klym H. WARM STANDBY POOLS AND TYPED MEMORY CONTRACTS FOR FAULT-TOLERANT WEBASSEMBLY MICRO-FRONTENDS IN CLIENT-SIDE AI SYSTEMS	26
6.	Крест Я.І.О., Катков Ю.І. КОНЦЕПТУАЛЬНА АРХІТЕКТУРА СУПЕРВІЗОРНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ КОНФЛІКТІВ У СИСТЕМІ КЕРУВАННЯ РОЗУМНИМ БУДИНКОМ PARETO–NASH–MPC	30
7.	Ратушняк Д.С. РОЗПІЗНАВАННЯ ЗМИВНОСТІ СМІТТЯ ПРИБИРАЛЬНИМИ РОБОТАМИ З УЗАГАЛЬНЕННЯМ НА НОВІ РОБОТИ	40

CONSTRUCTION AND CIVIL ENGINEERING		
8.	Кандєєва В.В. ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА МОДЕРНІЗАЦІЯ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ: ТЕХНІЧНІ ТА ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ	46
EARTH SCIENCES		
9.	Imamova T.A. GROUNDWATER OF AZERBAIJAN	51
ECONOMICS		
10.	Черніченко В.В. РОЗВИТОК ІНФРАСТРУКТУРИ ДОГЛЯДУ ЯК ПЕРЕДУМОВА РОЗШИРЕННЯ ПРОПОЗИЦІЇ РОБОЧОЇ СИЛИ	56
EDUCATION		
11.	Здіховська Т.В., Полинюк Л.В. РОЗВИТОК КОМУНІКАТИВНИХ ЗДІБНОСТЕЙ МОЛОДШИХ ІШКОЛЯРІВ ЗАСОБАМИ ІГРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ	60
FORESTRY		
12.	Ковтун Т.І., Бабич Н.О. ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИМИ РИЗИКАМИ НА ЛІСОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВАХ УКРАЇНИ	68
GEOGRAPHY AND REGIONAL STUDIES		
13.	Yarashev J. SUSTAINABLE TOURISM AS A FACTOR OF SOCIO- ECONOMIC DEVELOPMENT OF REGIONS IN UZBEKISTAN	71
14.	Yarashev J. SPATIAL ACCESSIBILITY AND TERRITORIAL DIFFERENTIATION OF CULTURAL HERITAGE TOURISM IN CENTRAL UZBEKISTAN	75
HISTORY AND ARCHEOLOGY		
15.	Zhanuzakova E.K., Shamshidenova F. POSSIBILITIES AND LIMITATIONS OF USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN THE ANALYSIS OF HISTORICAL DATA	79

INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES		
16.	Касьянчук А.Г., Ластівка Г.І. КОМПРОМІС "СВІЖІСТЬ × СТИСНЕННЯ" ПРОМІЖНИХ АКТИВАЦІЙ DNN У MESH-РОЇ БПЛА: АОІ-ОРІЄНТОВАНА МОДЕЛЬ ВИБОРУ СИГНАЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ	82
MANAGEMENT		
17.	Неделько А.Ю. ЯК ШІ ЗМІНЮЄ ЛОГІСТИЧНІ МЕРЕЖІ: СВІТОВІ ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПРАКТИЧНІ ЕФЕКТИ	87
MATHEMATICS		
18.	Молшылыкова А.Ө., Баяндиев Е.Н. КЕРІ ОПЕРАТОРДЫҢ БАР БОЛУЫ	92
MEDICINE		
19.	Боровський Б.М., Боровська К.В., Марина О.В. ПРОТИЗАПАЛЬНА ТЕРАПІЯ ПІСЛЯ ІНФАРКТУ МІОКАРДА: ЗНАЧЕННЯ ЧАСУ ПОЧАТКУ ЛІКУВАННЯ ТА ВИБОРУ ТЕРАПЕВТИЧНОЇ МІШЕНІ	97
20.	Гринчак В.І., Юхимук В.П. ЕФЕКТИВНІ ТЕХНІКИ РЕАБІЛІТАЦІЇ ТА ПІДХОДИ ПРИ СИНДРОМІ ЗАМОРОЖЕНОГО ПЛЕЧА	101
21.	Діденко К.А., Аксьонова А.С., Карнаушенко А.А. АГОНІСТИ РЕЦЕПТОРІВ GLP-1 ТА РИЗИК РАКУ ЩИТОПОДІБНОЇ ЗАЛОЗИ	104
22.	Павлова С.О., Дзиза А.В. ТИНІТУС: В ЧОМУ ПОЛЯГАЄ ЙОГО СКЛАДНІСТЬ?	107
23.	Сюсюка В.Г., Сергієнко М.Ю., Онопченко С.П., Кирилюк О.Д., Рослік О.А. СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ДІАГНОСТИКИ ТА МЕНЕДЖМЕНТУ ГЕНІТОУРИНАРНОГО МЕНОПАУЗАЛЬНОГО СИНДРОМУ	110
PHILOLOGY		
24.	Fitas H. THE SPEECH ACT OF APOLOGY IN CONTEMPORARY ENGLISH DISCOURSE: PRAGMATIC AND COMMUNICATIVE PERSPECTIVES	114

25.	Gazuda O. ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MODERN PHILOLOGY: FROM DISCOURSE ANALYSIS TO DIGITAL LEXICOGRAPHY	118
26.	Stanko D. LEXICAL INNOVATION AND TERMINOLOGICAL DEVELOPMENT IN ENGLISH FANFICTION	122
PHYSICAL CULTURE AND SPORTS		
27.	Адеєва О.В., Чебан В.Ф., Соколов В.І., Єфімов Г.О. ДЕЯКІ АСПЕКТИ ОРГАНІЗАЦІЇ ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ	126
PSYCHOLOGY		
28.	Павлюченко М.В. ОФЛАЙН-ЗУСТРІЧІ ЯК ПРОСТІР ВІДНОВЛЕННЯ ПСИХОЛОГІЧНИХ РЕСУРСІВ ВНУТРІШНЬО ПЕРЕМІЩЕНИХ ОСІБ: ПРАКТИЧНА ІНТЕГРАЦІЯ МЕТОДУ ELHM	130
SOFTWARE ENGINEERING		
29.	Чижевич В.О. МОДЕЛЬ ОЦІНЮВАННЯ ДОВІРИ ДО РЕЗУЛЬТАТУ АВТОМАТИЗОВАНОГО ТЕСТУВАННЯ ЗА НАЯВНОСТІ НЕСТАБІЛЬНИХ ТЕСТІВ	136
TOURISM AND RECREATION		
30.	Buntova N., Nalyvaichuk E. KEY DIRECTIONS FOR TOURISM DEVELOPMENT IN UKRAINE AMIDST MODERN CHALLENGES	140
TRANSPORT		
31.	Кириченко О.С., Рихлік М.О. МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОТЕПЛОВОГО СТАНУ РОЗГАЛУЖЕНОГО ШИННОГО ВУЗЛА З ЛАТУННИМИ КОНТАКТНИМИ ВСТАВКАМИ	142

АГРОТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ТА ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА СИЛОС

Корчак Микола Миколайович

к.т.н., доцент

Заклад вищої освіти “Подільський державний університет”

Кукурудзу на силос вирощують для заготівлі високопоживного корму (силосу) для великої рогатої худоби (ВРХ), що забезпечує тварин енергією, клітковиною та крохмалем, а процес включає збір у фазу молочно-воскової стиглості та подрібнення всієї рослини для бродіння та консервації [1].

Слід відмітити, що у Лісостепу кукурудза на силос найкраще росте після озимини, під які вносили добрива, зернобобових, цукрового і кормового буряку, гречки, картоплі. В зоні Полісся розміщують після люпину, багаторічних трав, льону, зернобобових, озимих, картоплі. Кукурудза не належить до дуже вимогливих до попередників культур.

Крім того, кукурудзу можна вирощувати як монокультуру. На чорноземах беззмінне вирощування, за умови щорічного внесення добрив, можливе упродовж 6–10 років, а на менш родючих ґрунтах – 3-5 років [2].

У районах недостатнього зволоження не рекомендується висівати кукурудзу на силос після культур, які висушують ґрунт, зокрема, після цукрового буряку, суданської трави, соняшнику. Не варто сіяти кукурудзу після проса, щоб запобігти поширенню спільного шкідника – кукурудзяного метелика. Кукурудза у сівозміні є добрим попередником для ярих зернових культур, а при своєчасному збиранні – для озимих.

Обробіток ґрунту. Основний обробіток ґрунту проводять з урахуванням попередника, типу ґрунту, рельєфу, ступеня і особливості забур'янення поля. У зоні достатнього зволоження на забур'янених полях ефективний напівпаровий обробіток ґрунту. Після ранніх попередників (зернових, зернобобових) ґрунт слідом за збиранням дискують на глибину 6-8 см. Вносять мінеральні і органічні добрива і проводять оранку лемішні плуги ПЛН-3-35, ПЛН-5-35, ПЛН-8-40, оборотні ППО-4-40, ППО-6-40, ПНО-4-40 та ін. на глибину 27–30 см, щоб забезпечити добрий розвиток кореневої системи. Через два-три тижні проводять поверхневий обробіток для знищення сходів бур'янів за допомогою культиватора, дискової борони чи інших знарядь [2, 3].

На полях, засмічених кореневищними та коренепаростковими бур'янами, додатково застосовують лемішне лушення на глибину 12–14 см плугами-лушильниками ППЛ-10-25 або широкозахватними культиваторами-плоскорізами КПШ-5, КШН-6, КПШ-9 та ін.

Після пізніх попередників (буряк, багаторічні трави, кукурудза) проводять дискування важкими бородами БДТ-7,0, БДТ-10, БДТ-3,0, John Deere 630, МФ-248 та ін. для доброго подрібнення рослинних решток. Потім вносять добрива і проводять оранку ярусними плугами ПЯ-3-35; ПНЯ-4-40 на глибину 27–30 см.

Основним завданням весняного передпосівного обробітку ґрунту є максимальне збереження вологи в ґрунті, очищення від бур'янів, створення сприятливих умов для проростання насіння і одержання своєчасних сходів. Ранньовесняне закриття вологи і вирівнювання здійснюють при настанні фізичної стиглості ґрунту. Вирівнювання проводиться під кутом 45–50° до напрямку основного обробітку.

Після появи сходів бур'янів проводять першу культивуацію на глибину 10–12 см. Другу хвилю пророслих бур'янів знищують передпосівним обробітком, який найкраще провести за допомогою комбінованих агрегатів типу РВК-3,6, Європак, ЛК-4. Передпосівний обробіток проводять на глибину загортання насіння. Якщо строки сівби пізніші, проводять 2–3 культивації, знищуючи при цьому нові хвилі пророслих бур'янів. Розрив у часі між передпосівним обробітком і сівбою повинен бути мінімальним.

Внесення добрив. З органічних добрив найчастіше використовують підстилковий гній, який вносять під оранку. Норма внесення залежить від зони і родючості ґрунту. У західному Лісостепу вона становить 30–40 т/га, на Поліссі – 40–60 т/га. Рідкий гній слід вносити до 80 т/га і негайно заробляти в ґрунт. У світовому рослинництві та враховуючи відсутність органічних добрив велике поширення набуло використання зеленого добрива. Для сидерації слід використовувати люпин, суріпицю, ріпак, гірчицю білу, редьку олійну та ін., які можна прирівняти до внесення 20–30 т/га гною [3].

Система удобрення кукурудзи на силос включає основне удобрення, припосівне і підживлення. Орієнтовна доза внесення мінеральних добрив під час основного удобрення становить – N60-90P60-90K60. Із добрив доцільніше використовувати складні (нітрофоску, нітроамофоску, нітрофос, діамофосу, амофос). У живленні рослин кукурудзи є два критичні періоди. У перший критичний період спостерігається підвищена потреба молодих рослин у фосфорі на початку вегетації (від 3 до 7 листків), що зумовлює обов'язкове застосування припосівного внесення фосфорних або складних мінеральних добрив (нітроамофоски, нітрофосу, нітрофоски, амофос, сульфоамофос, суперфосфат) в дозі по 10–15 кг/га д.р. Добрива при цьому вносять одночасно з

сівбою на відстані 3–5 см збоку від рядка і на 4–5 см нижче глибини загортання

насіння. У другий критичний період, під час інтенсивного росту і розвитку (період 9–10 листків – викидання волоті), спостерігається підвищена потреба рослин кукурудзи у азотному живленні, що зумовлює проведення прикореневого підживлення у фазі 3–5 листків азотними мінеральними добривами у дозі 20 кг/га д.р. (аміачна селітра, азотосульфат). Перспективними

є рідкі комплексні (РКД) та азотні добрива (рідкий аміак, аміачна вода, КАС).

Сорти та гібриди. Згідно Реєстру сортів України зареєстровано більше 700 гібридів кукурудзи, значна кількість яких може використовуватися на силос. Під час вибору гібридів кукурудзи для вирощування на силос слід звернути особливу увагу на такі характеристики [3]:

- кормові якості та високу врожайність вегетативної маси та зерна;

- стійкість до хвороб та шкідників;
- стійкість до приморозків, посухи, вилягання;
- втрата вологи вегетативною масою синхронно із зерном;
- твердість зерна має бути меншою, ніж у зернових гібридів.

В умовах одного господарства слід використовувати декілька гібридів із різними характеристиками ФАО, типу зерна, чутливістю до добрив, стійкістю до хвороб, що дасть змогу оптимізувати строки посіву та збирання.

Підготовка насіння до сівби. При посіві кукурудзи на силос, яка відбувається у ранні строки, дуже висока вірогідність пліснявіння насіння, ураження фузаріозом, тому слід насіння перед сівбою обробити комплексним протруйником (вітавакс 200 ФФ в.с.к., максим XL 035 FS т.к.с. або інший дозволений для використання). Також посіви можуть значно пошкоджуватися ґрунтовими шкідниками (дротянки, личинки хрущів, озима совка), запобігти це

можливо обробивши насіння інсектицидним протруйником, який може вплинути також і на шкідників сходів, таких як шведська муха, попелиці та інші (круїзер 350 FS т.к.с., форс зеа 280 FS т.к.с. або інший дозволений для використання). Для стимулювання схожості і енергії проростання, збільшення стійкості рослин проти хвороб і до несприятливих погодних умов у початковій фазі росту необхідно провести передпосівну обробку насіння мікродобривами,

елементи живлення у складі цих добрив знаходяться в легкодоступній для рослин хелатній формі, як правило таке оброблення насіння робиться на спеціальних підприємствах шляхом інкрустації насіння [3].

Сівба. Сіють кукурудзу на силос пунктирним способом з міжряддями 70–60 см з допомогою вітчизняних сівалок СУПН-12, УПС-12, СУ-12, СУПН-8А, СПЧ-6М або закордонними John Deere, МФ-543-8, МФ-543-6 та ін. Для кукурудзи на зелений корм норми висіву збільшують, а ширину міжрядь можна зменшити до 45–30 см, що забезпечує рівномірніше розміщення рослин на площі. Рекомендована густота посіву коливається для кукурудзи на силос в межах 50–80 тис., для використання посівів кукурудзи на зелений корм в межах 80–100 тис. рослин на гектар. Щоб забезпечити передзбиральну густоту рослин, встановлюють страхові надбавки насіння, які можуть становити 30 %. При вирощуванні кукурудзи на силос вагова норма висіву насіння становить 30–40, при вирощуванні на зелену масу 40–50 кг/га. Для забезпечення рівномірного розміщення насіння в рядку потрібно сіяти зі швидкістю 4–6 км/год. На одному погонному метрі рядка при ширині міжрядь 70 см повинно висіватись орієнтовно 5,6 насінин, що забезпечить густоту 80 тис./га, 6,3 насінин (90 тис./га), 7 насінин (100 тис./га).

У процесі ухвалення рішення про настання строків сівби кукурудзи слід врахувати вірогідність приморозків, які здатні викликати значні пошкодження рослин. Кукурудзу на силос сіють, коли температура ґрунту на глибині 10 см становить 10–12°C. Холодостійкі гібриди можна висівати раніше, при температурі ґрунту 8–10°C. Інкрустоване насіння можна висівати на 10–15 днів раніше за оптимальний строк. В умовах Лісостепу і Полісся календарні строки сівби кукурудзи припадають на першу декаду травня, холодостійкі гібриди

можна сіяти в другій декаді квітня, при умові ранньої весни та в третій декаді квітня в умовах пізньої весни [3].

Глибина загортання насіння залежить від фізико-механічних властивостей ґрунту, його вологості і температурного режиму. У Лісостепу і на Поліссі насіння кукурудзи загортають на глибину 4-6 см, на легких ґрунтах і при підсиханні посівного шару – на 5-8 см. На вологих ґрунтах глибину сівби зменшують до 3-4 см. В умовах Західної України при сівбі ранньостиглих холодостійких гібридів у пізніші строки рекомендується сіяти на глибину 2-3 см. У степових районах з дефіцитом вологи у верхньому шарі ґрунту насіння загортають на глибину 6-10 см.

Догляд за посівами. Під час вирощування кукурудзи на силос пестициди зазвичай не застосовують, тільки за необхідності. Одразу після сівби поле необхідно прикочувати кильчато-шпоровими котками. Це покращує контакт насіння з ґрунтом, підвищує польову схожість і забезпечує дружне проростання насіння культури та бур'янів. Досходове боронування проводять через 5–6 днів після сівби впоперек рядків, коли бур'яни проросли і знаходяться у фазі "білої ниточки" легкими (ЗБП-0,6) або середніми боронами (БЗСС-1). При проведенні 2–3 досходових боронувань можна знищити 70–80 % проростків бур'янів. Післясходове боронування проводять у фазах 2–3-х листків у кукурудзи. Швидкість руху агрегату 4-5 км/год [3].

Бур'яни знищують також міжрядним обробітком за допомогою культиваторів КРН-4,2, КРН-5,6, КРН-8,4, John Deere. Для першого міжрядного розпушування використовують лапи-бритви і стрільчасту лапу. Глибина першого міжрядного обробітку становить 4–5 см. Друге і третє розпушування проводять на глибину 6-8 см з лапами підгортальниками для присипання бур'янів у рядках. При цьому швидкість руху агрегату має бути не менша 8–9 км/год для більш ретельного присипання бур'янів у рядках ґрунтом. Також, підгортання стимулює утворення додаткових коренів.

На сильнозабур'янених полях застосовують гербіциди. Гербіциди суцільної дії (раундап та його аналоги) можна використовувати для обприскування вегетуючих бур'янів восени після збирання попередника, або весною за два тижні до сівби кукурудзи. Гербіциди ґрунтової дії вносять перед сівбою і до появи сходів, для цього можна використовувати наступні препарати (внесені до "Переліку пестицидів і агрохімікатів дозволених до використання в Україні"): гезагард, дуал, ерадікан, прімекстра, стомп, трофі, фронт'єр, харне та ін. Правильне застосування на посівах кукурудзи високоефективних гербіцидів ґрунтової дії дає змогу відмовитись від механічних заходів догляду за посівами, тому що захисна дія цих препаратів зберігається протягом 60–70 днів. Сегмент післясходових (страхових) гербіцидів представлений ще більшим асортиментом, що дає змогу підібрати необхідний продукт залежно від виду забур'яненості та фази розвитку культури. Ефективні на кукурудзі післясходові

гербіциди: базагран, діален, дікопур, лонтрел, тітус, хармоні, 2,4Д та ін. Застосування суміші післясходових гербіцидів значно підвищує захисну дію препаратів, але слід звернути увагу на сумісність препаратів [3].

Посіви кукурудзи пошкоджуються наступними хворобами: кореневі і стеблові гнилі, нігроспороз, гельмінтоспоріоз листя, пухирчаста та летюча сажка. Захист з вище переліченими хворобами здійснюється за допомогою чергування культур у сівозміні, сівба в оптимальні строки якісно протруєним насінням, застосування добрив при науково-обґрунтованому співвідношенні.

Рослини кукурудзи, посіви якої використовуються на силос, уражуються шкідниками, такими як кукурудзяний стебловий метелик, дротяники (ковалики), чорниші, західний кукурудзяний жук, шведська муха та інші призводить до значного зменшення врожайності зеленої маси (15–20 %). Основним захистом посівів кукурудзи на силос від шкідників є протруювання насіння препаратами інсектицидної дії. Не менш важливе значення має якісна (культурна) глибока зяблева оранка, своєчасна передпосівна та міжрядна культивування та ін.

Збирання. Кукурудзу на зелений корм збирають у фазу викидання волоті, а наприкінці молочно-воскової стиглості, коли вологість зеленої маси не перевищує 65–70 %, а вміст сухих речовин становить 25–30 %, кукурудзу збирають на силос комбайнами Ягуар-860, Марал-190, Палессе-3000, Дон-680, КСК-100А, КПП-2,4 та комплекс УЗС Палессе-250 з комбайном ПКК-Ф-90 на висоті зрізу не більше 10 см. Комбайни можна обладнувати пристроєм для внесення консервантів у подрібнену масу. Подрібнену до 2–3 мм (не більше 4 мм), залежно від вологості, масу силосують з наступним інтенсивним трамбуванням у траншеях та вкривають плівкою, соломкою [3].

Висновки. Отже, для правильного вирощування кукурудзи на силос потрібно дотримуватися агротехнічних вимог та враховувати її технологічні особливості.

Список літератури

1. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві: Підручник / С.М. Каленська, Л.М. Єрмакова, В.Д. Паламарчук, І.С. Поліщук, М.І. Поліщук. Вінниця: ФОП Рогацька І.О., 2015. 448 с.
2. Павліський В.М., Нагірний Ю.П., Мельник І.І. Проектування технологічних систем рослинництва. Тернопіль: Збруч, 2003. 262 с.
3. Технологічні карти вирощування сільськогосподарських культур: монографія /Л.М. Тіщенко, С.І. Корнієнко, В.А. Дубровін та ін.: за ред. Л.М. Тіщенка. Харк. нац. техн. ун-т с.-г. ім. Петра Василенка. Харків: ХНТУСГ, 2015. 273 с.

АВТОМАТИЗАЦІЯ УПРАВЛІННЯ ПІДРОЗДІЛАМИ БЕЗПІЛОТНИХ НАЗЕМНИХ СИСТЕМ: ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

Василенко Ольга Анатоліївна,

доктор філософії,
провідний науковий співробітник,
Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України

Леоненко Олександр Вікторович,

начальник науково-дослідного відділу,
Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України

Цатурян Олександр Георгійович,

старший науковий співробітник,
Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України

Актуальність. Сучасний етап розвитку безпілотних технологій характеризується інтенсифікацією впровадження безпілотних наземних систем (БпНС) у військову сферу та розширенням спектра завдань, що виконуються за їхньою допомогою. Досвід російсько-української війни засвідчує зростання ролі БпНС у виконанні розвідувальних, логістичних, інженерних, евакуаційних та інших завдань. Завдяки їх застосуванню скорочується безпосередня участь особового складу у виконанні завдань, пов'язаних із підвищеним ризиком для життя, а також розширюються функціональні можливості загальновійськових підрозділів ЗС України [1–5].

Водночас збільшення кількості та різноманітності БпНС зумовлює ускладнення процесів планування їх застосування, організації взаємодії, обміну інформацією та координації спільних дій. Через використання окремих систем дистанційного керування, не інтегрованих у загальну систему управління підрозділом, обмежуються можливості оперативного отримання інформації про стан БпНС, результати виконання завдань та зміни обстановки.

За таких умов особливого значення набуває автоматизація управління підрозділами БпНС, спрямована на підвищення оперативності прийняття управлінських рішень, забезпечення інформаційної взаємодії та узгодженості дій між усіма учасниками процесу управління [6].

Метою дослідження є визначення основних проблемних питань автоматизації управління підрозділами безпілотних наземних систем та визначення шляхів їх вирішення.

Результати дослідження. За результатами аналізу стану автоматизації управління підрозділами БпНС визначено основні проблемні питання та запропоновано шляхи їх вирішення.

1. Недостатня інтеграція автоматизованих систем управління (АСУ) підрозділами БпНС у систему управління загальновійськового підрозділу.

Проблема полягає в обмежених можливостях інформаційної взаємодії між АСУ підрозділів БпНС та автоматизованими й інформаційно-комунікаційними системами загальновійськових підрозділів. Це ускладнює обмін інформацією про оперативну обстановку, положення своїх військ і військ противника, а також узгодження дій підрозділів під час виконання спільних завдань.

Шляхом розв'язання зазначеної проблеми є інтеграція АСУ підрозділів БпНС у систему управління загальновійськового підрозділу на основі єдиних принципів інформаційної взаємодії, уніфікованих форматів обміну даними та узгоджених процедур управління. Це дасть змогу сформувати єдине інформаційне середовище, забезпечити обмін необхідною інформацією та підвищити узгодженість управлінських процесів.

2. Відсутність уніфікованих підходів до інтеграції різнотипних БпНС в єдину АСУ. Через використання безпілотних наземних платформ різних виробників, які відрізняються архітектурою систем управління, програмним забезпеченням, протоколами інформаційного обміну та функціональними можливостями, ускладнюється їх об'єднання в єдину АСУ.

Одним зі способів вирішення зазначеного питання є розроблення єдиних вимог до інформаційної та програмно-технічної сумісності БпНС, стандартизація інтерфейсів взаємодії та впровадження модульної архітектури АСУ. Це створить передумови для інтеграції різнотипних безпілотних платформ у спільне інформаційне середовище незалежно від їх виробника та особливостей програмно-апаратної реалізації.

3. Недостатня стійкість та надійність інформаційного обміну. Функціонування АСУ підрозділів БпНС залежить від доступності каналів зв'язку, які в умовах радіоелектронної протидії, обмеженої пропускну здатності та нестабільності мережевої інфраструктури можуть не забезпечувати необхідної безперервності передавання інформації. Порушення інформаційного обміну ускладнює своєчасне отримання даних про стан безпілотних платформ і підтримання актуальності інформації в системі управління.

Розв'язання цієї проблеми потребує розвитку захищеної комунікаційної інфраструктури, забезпечення резервування інформаційних каналів, удосконалення механізмів синхронізації даних та впровадження засобів контролю цілісності й достовірності інформації. Особливої уваги потребує забезпечення функціональної стійкості АСУ в умовах тимчасового порушення інформаційного обміну.

4. Недостатній рівень автоматизації процесів інформаційного забезпечення та підтримки прийняття управлінських рішень. Значна частина процесів збирання, оброблення, узагальнення та відображення інформації про стан БпНС і результати виконання завдань потребує безпосередньої участі операторів і командирів. Це збільшує інформаційне навантаження на посадових осіб, ускладнює своєчасне оновлення даних і може негативно впливати на обґрунтованість управлінських рішень.

Перспективним напрямом розвитку є впровадження автоматизованих засобів моніторингу технічного стану БпНС, оброблення телеметричної інформації, формування узагальнених інформаційних повідомлень та відображення поточного стану підрозділу.

5. Недостатня узгодженість організаційних і технічних аспектів автоматизації управління. Упровадження АСУ підрозділів БпНС потребує не лише розвитку відповідних програмно-технічних засобів, а й удосконалення організаційних процедур, визначення функціональних повноважень посадових осіб та формування єдиних підходів до використання автоматизованих робочих місць.

Вирішення зазначеного питання передбачає розроблення уніфікованих процедур інформаційної взаємодії, визначення порядку доступу до інформаційних ресурсів, стандартизацію процесів документування результатів діяльності підрозділів та вдосконалення підготовки особового складу до роботи з АСУ.

Таким чином, подальший розвиток автоматизації управління підрозділами БпНС доцільно розглядати як комплексний процес, що охоплює вдосконалення організаційної структури управління, забезпечення інформаційної та технічної сумісності різнотипних безпілотних платформ, підвищення стійкості інформаційного обміну й розвиток засобів інформаційно-аналітичної підтримки управлінської діяльності.

Висновки. За результатами проведеного дослідження встановлено, що основними проблемними питаннями автоматизації управління підрозділами БпНС є недостатня інтеграція їхніх АСУ в систему управління загальновійськового підрозділу, відсутність уніфікованих підходів до інформаційної взаємодії різнотипних безпілотних платформ, обмежена стійкість інформаційного обміну та недостатній рівень автоматизації процесів інформаційного забезпечення управлінської діяльності.

Наявність зазначених проблемних питань зумовлює потребу у формуванні комплексного підходу до автоматизації управління підрозділами БпНС, який передбачає узгоджене розроблення організаційних, інформаційних, програмних і технічних складових системи управління.

Список літератури

1. Семененко О. М., Баранов С. В., Акинина Т. Л., Добровольський Ю. Б., Ярмольчик М. О., Мусієнко В. О. Концептуальні погляди щодо розвитку та застосування роботизованих систем в Збройних Силах України (концепція, завдання, класифікація, система управління, виклики щодо застосування, перспективи). *Social Development and Security*. 2023. № 3. Т. 13. С. 24–42. DOI: 10.33445/sds.2023.13.3.2.

2. Купріненко О. М. Проблеми створення наземних роботизованих комплексів для потреб Збройних Сил України. *Озброєння та військова техніка*. 2021. № 4 (32). С. 26–34. DOI: 10.34169/2414-0651.2021.4(32).26-34.

3. Добровольський Ю. Б. Переваги, виклики та застереження застосування роботизованих систем у військовій сфері: комплексний аналіз та рекомендації. *Military Science*. 2026. № 1. Т. 4. С. 197–205. DOI: 10.62524/msj.2026.4.1.14.
4. Демідов Б. О., Хмелевська О. О., Хмелевський С. І., Борисенко М. В., Балакірева С. М. Системно-методичні основи формування концепції розвитку та обліку функціонального програмного забезпечення перспективних автоматизованих систем управління силами та засобами Збройних Сил України. *Системи озброєння і військова техніка*. 2026. С. 34–45. DOI: 10.30748/soi.2026.184.04.
5. Маслюк Л., Гавалко В., Джигомон С. Основні проблемні питання та шляхи їх вирішення при створенні автоматизованих систем управління ракетних військ і артилерії. *Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони*. 2022. № 3 (45). С. 63–68. DOI: 10.33099/2311-7249/2022-45-3-63-68.
6. Чернозубкін І. О., Потрап О. А. Рекомендації щодо вибору раціонального варіанту розвитку Єдиної автоматизованої системи управління Збройними Силами України на період до 2030 року. *Матеріали XXI Міжнародної наукової конференції Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*. Харків. 2025. С. 60.

CONCEPTUAL PRINCIPLES FOR THE MANAGEMENT OF AIRCRAFT AND GROUND SUPPORT EQUIPMENT SURFACE MOVEMENT AT AERODROMES (PART I)

Pryimak Liudmyla

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of Air Transport Department
National University “Kyiv Aviation Institute”

Modern aerodromes represent complex operational environments in which aircraft, ground support equipment, service vehicles, maintenance vehicles, emergency vehicles and personnel operate simultaneously within a relatively restricted area. The safe coordination of these movements is therefore essential prerequisite for maintaining aviation safety and airport operational efficiency [1].

Aircraft movement on the ground is not limited to taxiing between the runway and the aircraft stand. It includes pushback, towing, taxiing, holding, runway crossing, positioning on stands, movement between apron areas and interaction with numerous categories of ground vehicles.

Ground support equipment performs an equally important role. Aircraft cannot be efficiently prepared for departure without passenger stairs or bridges, baggage loaders, catering vehicles, fuel vehicles, ground power units, air-start units, water and lavatory service vehicles, maintenance equipment, pushback tractors and other specialized vehicles. Consequently, airport surface movement should be regarded as an integrated system in which aircraft and ground vehicles are interdependent participants.

The International Civil Aviation Organization (ICAO) describes Surface Movement Guidance and Control Systems (SMGCS) as a system supporting the movement of aircraft and, where applicable, vehicles on the aerodrome surface. ICAO material emphasizes that traditional surface movement procedures rely substantially on the principle of "see and be seen", while increasing traffic, complex aerodrome layouts and low-visibility conditions require more advanced capabilities.

The development of Advanced Surface Movement Guidance and Control Systems (A-SMGCS) represents an important step toward such advanced management. A-SMGCS as a system supporting surveillance, routing, guidance and safety-related functions for aircraft and vehicles operating on the airport surface.

It is important to formulate conceptual criteria that can be used to assess the quality effectiveness and safety of ground support equipment (GSE) [2] and aircraft surface movement management.

Conceptual basis of surface movement management should be an integrated approach to all mobile objects operating within the aerodrome movement area [3].

The principal participants include: aircraft; ground support equipment; airport maintenance vehicles; emergency and rescue vehicles; air traffic control; apron

management; airport operations personnel; nvehicle drivers; aircraft flight crews; maintenance personnel; automated surveillance and safety systems.

The fundamental principle can be formulated as follows: every authorized mobile object operating on the aerodrome surface should have an identifiable operational status, a predictable movement trajectory and an appropriate level of protection against conflicts [4]. This principle requires the integration of three dimensions:

1. Operational dimension - organization of aircraft and vehicle movements.
2. Technological dimension - surveillance, communication, navigation, routing, guidance and alerting.
3. Human dimension - decision-making, situational awareness, competence, communication and workload management.

Modern A-SMGCS architectures support this integrated approach through surveillance, airport safety support, routing and guidance services.

Therefore, surface movement management should not be reduced to the task of issuing taxi instructions. It should be understood as a continuous process of planning, monitoring, controlling, predicting and, where necessary, correcting the movement of aircraft and vehicles.

Conceptual Criteria for Surface Movement Management. The following criteria are proposed as the principal conceptual criteria for assessing aircraft and ground GSE movement management.

Safety is the primary criterion of surface movement management [5]. The system must minimize the probability of: aircraft-vehicle collisions; aircraft-aircraft conflicts; vehicle-vehicle collisions; runway incursions; unauthorized entry into protected areas; deviations from assigned routes; collisions with infrastructure and obstacles; hazardous interactions between GSE and aircraft during ground servicing.

Safety management of GSE [6] should be based on the principle of preventing an unsafe situation rather than merely responding to an already developed conflict.

This requires several safety barriers: first barrier - operational procedures; second barrier - visual aids and markings; third barrier - communication; fourth barrier - surveillance; fifth barrier - automated conflict detection and alerting; sixth barrier - human intervention and emergency procedures.

The greater the operational complexity of an airport, the more important it becomes to combine several independent safety barriers.

Situational awareness is the ability of operational personnel to understand the current position, identity, movement direction and operational status of aircraft and vehicles.

An effective system should provide controllers and other authorized users with reliable information concerning: where an aircraft or vehicle is located; what object it is; where it is moving; what route has been assigned; whether the object is following the assigned route; whether another object may create a conflict; what operational restrictions currently exist. Situational awareness becomes especially important during: fog; heavy rain; snow; night operations; reduced runway visual range; complex taxiway intersections; high traffic density; contact; construction works; temporary changes to airport infrastructure.

Thus, a modern surface management system should compensate, as far as possible, for limitations of human visual perception. Reliable identification of mobile objects is essential for safe movement management. The system should enable operational personnel to distinguish between: aircraft of different operators; aircraft with similar call signs; authorized and unauthorized vehicles; GSE operating on a particular stand; emergency vehicles; maintenance vehicles; vehicles with special operational priority. Identification may be supported by transponder technologies, multilateration, surface movement radar, vehicle tracking systems and integrated airport databases.

However, technological identification should not completely replace established operational procedures. The system should provide multiple sources of information and appropriate protection against incorrect identification.

A major objective is to establish a consistent relationship between: object - identification - operational task - authorized route - current position. Predictability is particularly important for high-density airport operations. A surface movement system should not only show the current location of an aircraft or vehicle but should also support understanding of its expected future movement. Predictability depends on: assigned routes; taxi times; stand allocation; runway configuration; traffic sequence; aircraft type; vehicle mission; operational restrictions; weather conditions; infrastructure availability. A-SMGCS routing concept includes the generation of individual routes for aircraft and vehicles and updating information in real time to improve predictability of surface operations. Predictability reduces uncertainty and facilitates better coordination between air traffic control, apron management, aircraft operators and ground handling organizations. Adequate separation between aircraft, aircraft and vehicles, and vehicles themselves is a fundamental safety requirement. Separation should consider: longitudinal distance; lateral distance; protected areas; runway holding positions; taxiway intersections; aircraft wingtip clearance; vehicle operating zones; stand safety envelopes. The required level of separation should depend on operational circumstances rather than being treated as a single fixed value for every situation.

Particular attention is required when large aircraft operate near smaller aircraft or GSE because the physical dimensions, turning radius, jet blast and engine ingestion zones may create additional hazards. The management system should therefore combine geometric separation with operational restrictions and dynamic safety zones. Routing is the process of determining and assigning a safe and operationally efficient path for an aircraft or vehicle. A routing system should consider: aircraft dimensions; vehicle dimensions; taxiway restrictions; pavement limitations; runway configuration; temporary closures; construction areas; traffic congestion; low-visibility procedures; emergency conditions.

For aircraft, routing should connect the runway, taxiway network and assigned stand. For GSE, routing should connect the vehicle base, service area, aircraft stand and return point. An advanced routing concept should therefore distinguish between: aircraft routes and ground vehicle routes, while maintaining their integration within one surface traffic environment.

Routing determines where an object should move; guidance supports how it should safely follow the assigned route. Guidance may be provided through: taxiway centreline markings; signs; runway guard lights; stop bars; taxiway centreline lights; advanced visual docking guidance systems; electronic moving maps; vehicle navigation systems; digital instructions.

A-SMGCS guidance services can include automated control of taxiway centreline lights, stop bars and advanced visual docking guidance systems. The future development of guidance should increasingly combine infrastructure-based systems with digital information available directly to pilots and vehicle operators. Conflict Detection and Prevention Criterion/ One of the most important conceptual criteria for modern surface management is the ability to identify potentially dangerous situations before they become actual incidents.

Potential conflicts include: aircraft entering an occupied runway; two aircraft approaching the same intersection; vehicle entering a protected runway area; aircraft and vehicle approaching the same stand area; vehicle deviating from an authorized route; aircraft moving toward a closed taxiway; conflicting clearances; conflicting clearances; unauthorized movement of a mobile object. ICAO's modern A-SMGCS development framework includes enhanced alerting capabilities for runway conflicts, runway incursions and other hazardous surface situations.

The conceptual transition should therefore be: from detection of events to prediction of conflicts to prevention of conflicts. This represents one of the most important differences between traditional and advanced surface movement management. Communication Criteria.

Reliable communication is an essential element of surface movement management. Communication should provide: unambiguous instructions; standardized phraseology; timely transmission of information; confirmation of critical instructions; coordination between operational units. The main communication participants are: pilots; ground controllers; tower controllers; apron management; vehicle drivers; airport operations; emergency services.

Communication failures can result from radio congestion, misunderstood instructions, similar call signs, language difficulties, distractions and excessive workload.

Therefore, technological development should be accompanied by procedural and human-factor improvements.

Aircraft and ground support equipment surface movement [7] represents a complex socio-technical system in which safety depends on the coordinated interaction of human factor, procedures, infrastructure and technology.

The principal objective is not simply to increase the amount of technology used at an airport. The objective is to create an integrated operational safely environment in which every relevant aircraft and GSE [8] can be identified, monitored, guided and managed according to its operational status and potential interaction with other traffic.

The future of airport surface management is therefore likely to develop from conventional SMGCS toward increasingly integrated, predictive and automated systems. A-SMGCS already provides the foundation for surveillance, safety support,

routing and guidance, while newer surface-awareness concepts further strengthen surveillance and alerting capabilities.

Thus, the effectiveness of a surface movement management system should be measured not by the number of technological functions implemented, but by its ability to maintain a high level of safety while providing predictable, efficient and resilient movement of aircraft and ground equipment under both normal and abnormal operating conditions.

References

1. International Civil Aviation Organization. (2023). Airport Planning Manual (Doc 9184) – Part I: Master Planning (3rd ed.). Montréal, QC, Canada: International Civil Aviation Organization., 250 pp.
2. Pryimak L. Aerodrome ground support equipment safety as a system of integration of design, regulation and risk management Proceedings of the XII International Scientific and Practical Conference. Tallinn, Estonia. 2026 (March 24-27, 2026), Pp. 16-18.
3. Richard de Neufville, Amedeo R. Odoni , Belobaba Peter, Reynolds Tom G. (2013). Airport Systems: Planning, Design and Management (2nd ed.). McGraw-Hill Professional. — 810 pp.
4. Kazda, A., & Caves, R. E. (2015). Airport Design and Operation (3rd ed.). Bingley, UK: Emerald Group Publishing Limited. — 600 pages.
5. International Air Transport Association. (2023). Airport Development Reference Manual (ADRM). Montreal, QC, Canada: International Air Transport Association. Edition 12, 2023.
6. EN 1915-1:2001+A1:2009: Aircraft ground support equipment – General requirements – Part 1: Basic safety requirements – CEN: 2009, – 47 p.
7. International Civil Aviation Organization. Annex 14 to the Convention on International Civil Aviation: Aerodromes. Volume I — Aerodrome Design and Operations. Montreal: ICAO, 2022. 870 p.
8. Pryimak L. Aerodrome ground support equipment safety as a system of integration of design, regulation and risk management Proceedings of the XII International Scientific and Practical Conference. Tallinn, Estonia. 2026 (March 24-27, 2026), Pp. 16-18.

NITROGENOUS HETEROCYCLES. SYNTHESIS BASED ON ADAMANTYLCONTAINING AMIDOALKYLATING REAGENTS

Klimko Yurii

Ph.D, Ass. prof

National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"

Kiyv. Ukraine

Koshchii Iryna

PhD in Chemistry, Associate Professor

Department of Organic Chemistry and Technology of Organic Substances

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

Introduction.

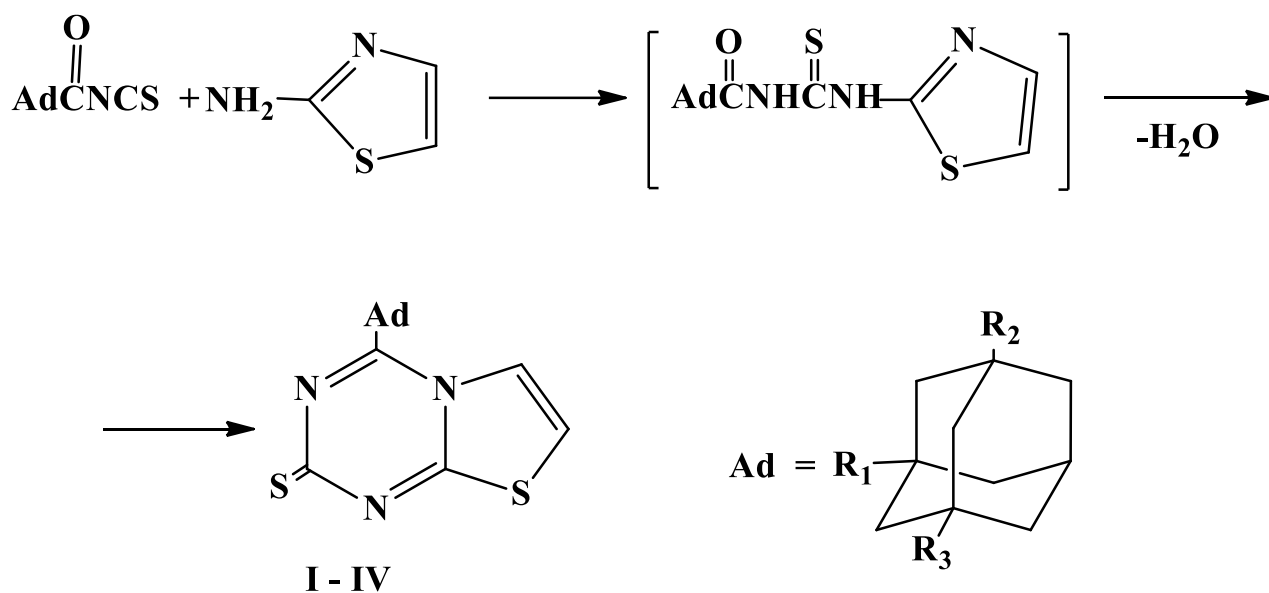
Heterocyclic compounds occupy a significant place among physiologically active substances. A special place among them is occupied by compounds having an adamantyl radical as a substituent. The specific physiological activity of such heterocycles is known from many examples. However, their availability varies quite significantly, which is determined by the method of synthesis. The development of new methods for the synthesis of adamantyl-containing heterocycles is an urgent problem of organic synthesis and, therefore, is the subject of this study.

Condensation of adamantoylisothiocyanate with 2-aminotiazol.

Thiazole derivatives show pharmacological activity: antimicrobial antiviral and antihistamines, diuretics and mitodepressants.

We have found that the interaction of adamantoylisothiocyanates with 2-aminothiazole in anhydrous acetone causes spontaneous condensation of intermediate N-acylthioureas into the corresponding alkyl-5-thioxo-3-thia-4,6,7a-triazaindene (I-V).

The yields of the reaction products ranged from 65 to 78%. Their structure was established by IR, NMR and mass spectrometry.



**I: $R_1=R_2=R_3=H$; II: $R_1=R_2=H$, $R_3=CH_3$; III: $R_1=H$, $R_1=R_3=CH_3$;
IV: $R_1=R_2=R_3=CH_3$; V: $R_1=R_2=H$, $R_3=CH_3$, p-Ph**

Example of synthesis of condensed 1,3,5-hexahydrotriazine system using adamantyl-containing iminoalkylating reagent. Heterocyclic compounds of various natures serve as the basis for many natural and synthetic biologically active substances, and also have a number of other useful properties. Many of them are used, for example, as organic semiconductors, photoactive materials, antioxidants, additives for fuels and oils, materials for active media of liquid lasers, technical and food dyes, preservatives. Along with great practical significance, heterocyclic compounds are of undoubted theoretical interest as models for studying the relationship between the chemical properties of compounds and their structure, as well as for developing methods of organic synthesis, which is directly related to the structure of the compound. The most important, in this case, are the size of the cycle, the degree of saturation, the nature and number of heteroatoms.

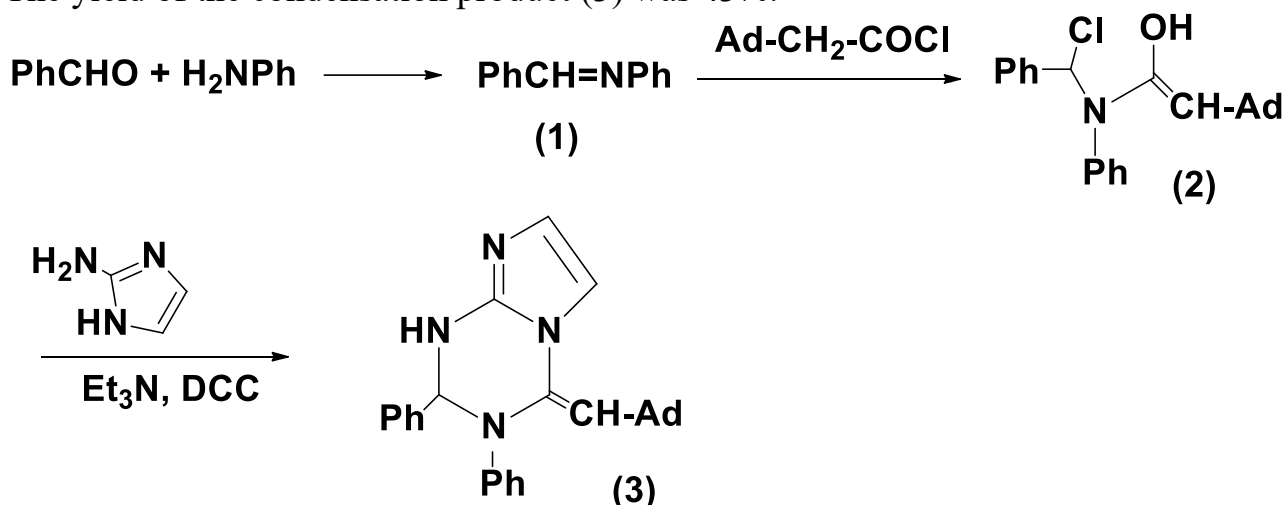
1,3,5-Triazines are usually most readily prepared by reactions of 2,4,6-trichloro-1,3,5-triazine. However, the ring system can also be synthesized by condensation reactions.

The aim of this work is to test the possibility of using an adamantyl-containing imidoalkylating reagent in the condensation reaction.

Reagents from Lancaster were used as starting compounds. The structure of intermediate and final compounds was proved by IR and NMR spectrometry and mass spectroscopy.

The starting compound for the synthesis of the imidoalkylating reagent (2) was Schiff's base (1), which was obtained from benzaldehyde and aniline by a standard procedure. After isolation, imine (1) was treated with 1-adamantylacetic acid chloranhydride in dichloroethane. Equimolar amounts of 2-amino-imidazole as a

condensation component, triethylamine and dicyclohexylcarbodiimide (DCC) were added to product (2) without isolation. The reaction took place at reflux for 2 hours. The yield of the condensation product (3) was 43%.

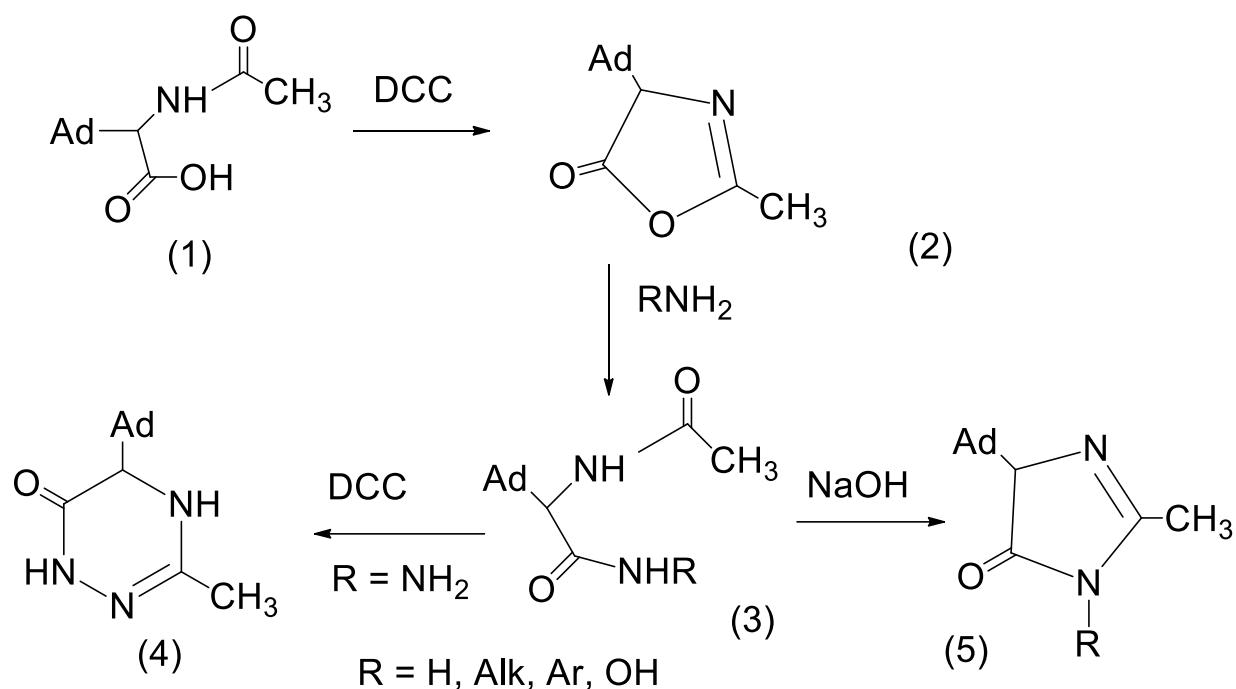


The method developed by us for the synthesis of compound (3) is a separate example of the synthesis of such systems. Wide possibilities for obtaining a family of similar compounds are opened by varying the substituents in the starting imide, adamantyl radical, and amine condensation component.

Cyclization of 1-adamantylglycine derivatives. The intramolecular cycles discussed in this section necessarily involve a functional substituent in the α -position to the adamantium nucleus and proceed, in most cases, with the participation of the amide group.

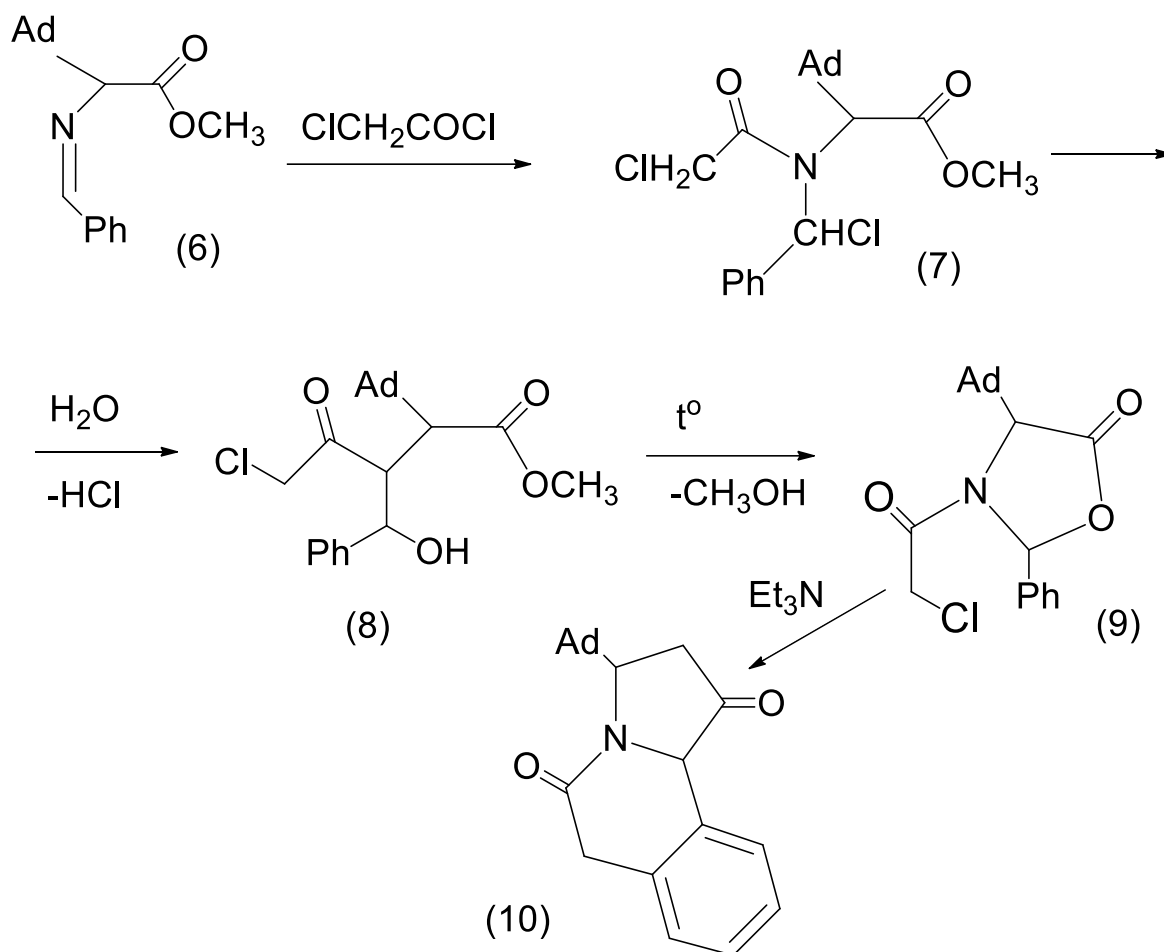
As can be seen from the scheme, treatment of acylated 1-adamantylglycine (1) with dicyclohexylcarbodiimide (DCC) in dry chloroform leads to oxazolone (2). Cleavage of the latter with various nucleophiles: ammonia, primary and secondary amines, hydroxylamine, hydrazine and its organic derivatives gives derivatives of α -acylaminocarboxylic acid (3). Upon dehydration of synthons (3), depending on their structure and condensation conditions, derivatives of 2-imidazolin-5-one (5) and 1,2,4-triazine (4) are obtained. The yields of compounds (2), (4), (5) were 85%, 73%, 77%, respectively.

Identification was carried out by IR, NMR spectroscopy and MS spectrometry.



Another important synthon derived from 1-adamantylglycine is the Schiff base (6). The amidoalkylatin reagent (7) was obtained from it by treatment with monochloroacetic acid chloride in toluene. Without isolation, it was converted to an oxy derivative (8). Oxazolone (9) was obtained by azeotropic distillation of methanol in 84% yield. The addition of triethylamine to a solution of compound (9) in benzene, followed by reflux for 3 hours, resulted in heterocycle closure (10) in 69% yield.

Identification was carried out by IR, NMR spectroscopy and MS spectrometry.



Список літератури

1. Drach B.S., Brovarets V.S., Smoliy O.B.//Synthesis of nitrogen-containing heterocyclic compounds based on amidoalkylating agents/ Kyiv.: Naukova Dumka, 1992.- 174 p.

WARM STANDBY POOLS AND TYPED MEMORY CONTRACTS FOR FAULT-TOLERANT WEBASSEMBLY MICRO-FRONTENDS IN CLIENT-SIDE AI SYSTEMS

Stepanov Oleksandr,

PhD Student

Lviv Polytechnic National University

Klym Halyna

Doctor of Technical Sciences, Professor

Lviv Polytechnic National University

Client-side artificial intelligence is becoming a common feature of modern web applications. Language models, speech recognition and computer vision networks are increasingly compiled to WebAssembly (Wasm) and executed directly in the browser, which reduces latency and keeps user data on the device. At the same time, large web products are built as micro-frontends - autonomous interface fragments developed and released by independent teams [1, 2]. When several such fragments host their own AI models, they have to exchange large tensors continuously, and the only practical way to do this at interactive frame rates is to share a SharedArrayBuffer between modules instead of copying data through messages. Shared memory, however, binds the reliability of every module to the reliability of all the others, so fault tolerance becomes as important as raw throughput.

In our previous work [3], a watchdog-based coordination layer was proposed for this setting: locks on the shared buffer are acquired with a bounded wait, a module that does not release a lock in time is treated as failed, the lock is reset, the affected memory segment is cleared and the module is restarted. This removes permanent deadlocks but leaves two open problems that are the subject of the present study. The first concerns the recovery time, which for a cold restart can be expressed as

$$T_{\text{rec}}^{\text{cold}} = \tau + T_{\text{rst}} + T_{\text{inst}}, \quad (1)$$

where τ is the watchdog timeout that bounds the lock wait, T_{rst} is the time required to reset the lock and clear the memory segment, and T_{inst} is the time required to create and initialise a new Wasm instance. For the test module studied in [3], $\tau = 2$ ms, $T_{\text{rst}} < 0.5$ ms and $T_{\text{inst}} \approx 2.5$ ms, so instantiation accounts for about half of the total recovery time. For a real AI module, whose restart also involves allocating tensors and loading model weights, T_{inst} can be orders of magnitude larger. The second problem is that the boundaries of memory partitions exist only as a runtime convention: modules exchange raw integer offsets and lengths, and an incompatible layout produced by one team is detected only when a check fails in production.

To shorten recovery, we propose replacing cold restart with fail-over to a warm standby instance (Fig. 1). For each critical micro-frontend, the orchestrator keeps a small pool of instances that are already compiled, linked to the shared memory and

initialised. Modules address each other through a routing table stored in the shared buffer, so switching to a standby instance requires only a single atomic update of the corresponding table entry, after which the pool is replenished asynchronously in a background worker, outside the rendering path.

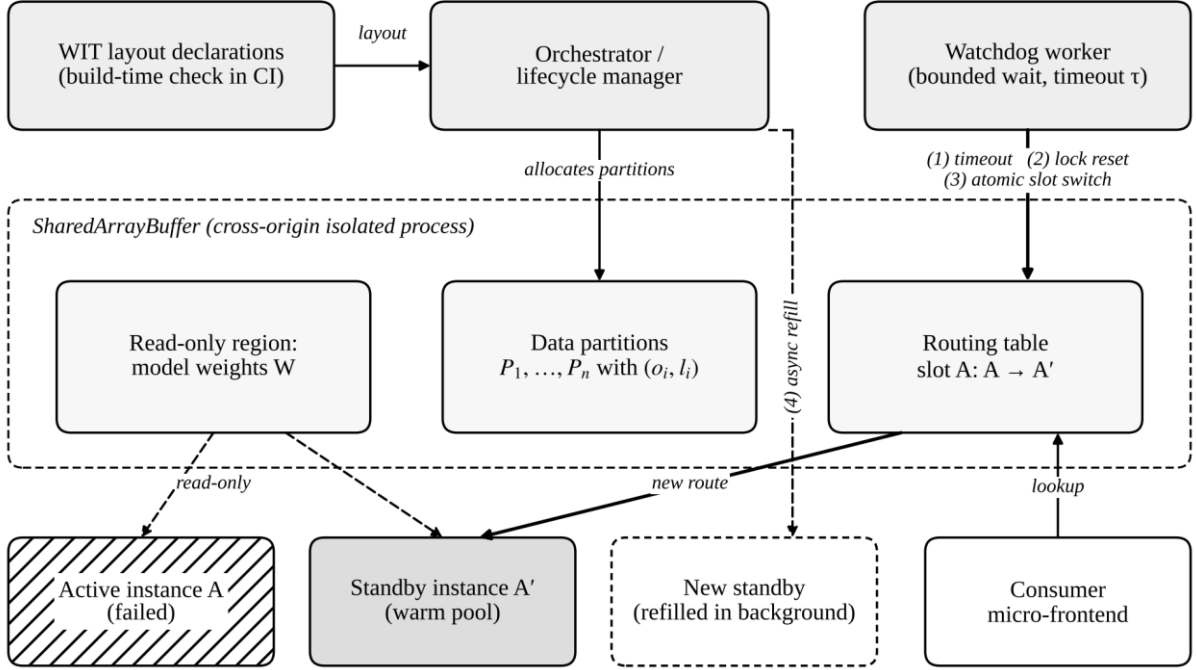


Figure 1. Warm standby fail-over and typed memory contracts in shared-memory WebAssembly micro-frontends

Source of the figure: author's development.

With this approach, the instantiation term in (1) is replaced by the time of the routing switch:

$$T_{\text{rec}}^{\text{warm}} = \tau + T_{\text{rst}} + T_{\text{sw}}, \quad T_{\text{sw}} \ll T_{\text{inst}}. \quad (2)$$

Since T_{sw} is determined by a single atomic write and an event notification, substituting the values from [3] gives an analytical estimate of $T_{\text{rec}}^{\text{warm}} \approx 2.5$ ms, i.e. below 3 ms and well within one 16.6 ms frame at 60 FPS; more importantly, this estimate no longer depends on the size of the AI model. The price of the approach is memory. If k critical modules are protected and module i has model weights of size W_i , a working state of size S_i and N_i standby instances, naive duplication requires $\sum_i (1 + N_i) (W_i + S_i)$ bytes. We therefore separate immutable weights, placed once in a read-only region of the shared buffer, from the mutable working state of each instance (activations, caches, intermediate buffers), which reduces the requirement to

$$M_{\text{pool}} = \sum_{i=1}^k (W_i + (1 + N_i) S_i), \quad (3)$$

so the saving equals $\sum_i N_i W_i$ and is largest precisely for AI modules, in which model weights usually dominate the memory footprint. The pool size N_i is chosen per module according to its criticality, while non-critical modules continue to use cold restart.

The second direction concerns the formalisation of memory contracts using the WebAssembly Component Model and its interface definition language WIT, stabilised with the release of WASI 0.2 [4]. The Component Model follows a shared-nothing principle: values passed between components are copied by the canonical ABI, so it cannot by itself provide zero-copy exchange. We therefore propose to use WIT not as a transport but as a declarative description of the shared buffer layout. Each module declares the partitions it produces and consumes as resources with an element type, a capacity and access rights, and the generated bindings give module code typed accessors instead of raw pointer arithmetic. At build time, the orchestrator collects the declarations of all modules, computes the offset o_i and length l_i of every partition P_i , checks that each consumed partition is produced by another module with the same element type, and verifies the layout correctness condition

$$(o_i + l_i \leq o_j) \vee (o_j + l_j \leq o_i) \quad \forall i \neq j, \quad \max_i (o_i + l_i) \leq B, \quad (4)$$

where B is the size of the shared buffer in bytes. Combinations of modules that violate these conditions are rejected in the continuous integration pipeline before deployment. Runtime bounds checking is retained as a second line of defence, but layout errors move from the category of production failures to that of build errors. Since components can already be executed in browsers through transpilation to JavaScript and core Wasm modules, this layer can be implemented with existing tooling.

The planned experimental evaluation will reuse the fault-injection methodology of [3] and extend it with a realistic AI workload, a compact computer vision model compiled to Wasm. For the standby pool, the metrics are the distribution of recovery times, the number of dropped frames and the additional memory consumed by the pool. Particular attention will be paid to the choice of the watchdog timeout, which must satisfy

$$t_{cs}^{\max} < \tau \leq T_f - T_r, \quad (5)$$

where $t_{cs}^{\max}$ is the longest legitimate duration of a critical section, T_f is the frame period and T_r is the time reserved for rendering and script execution. Too small a value of τ causes false fault detections, while too large a value increases the recovery time, so the rate of false detections will be measured as a function of τ . For typed contracts, the evaluation will measure the share of deliberately injected layout errors detected at build time rather than at runtime, as well as the runtime overhead of the generated accessors, which is expected to be negligible because checks are performed once per partition rather than once per access.

Thus, the proposed extensions shift fault tolerance in shared-memory WebAssembly micro-frontends from reactive recovery towards prepared fail-over and from implicit conventions towards verifiable contracts. For multi-agent AI applications running in the browser, where the failure of an individual model is an expected operating condition rather than an exception, this makes it possible to combine near-native performance with predictable recovery that remains imperceptible to the user.

References

1. Antunes, F., Lima, M. J. D., Araújo, M. A. P., Taibi, D., & Kalinowski, M. (2024). Investigating Benefits and Limitations of Migrating to a Micro-Frontends Architecture. *arXiv preprint* arXiv:2407.15829. DOI: 10.48550/arXiv.2407.15829
2. Stepanov, O., & Klym, H. (2024). Challenges, communication and future of micro frontends development and implementation. *In Proceedings of the 14th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT)* (pp. 1-5). Athens, Greece. DOI: 10.1109/DESSERT65323.2024.11122150
3. Stepanov, O., & Klym, H. (2026). Dependability and Fault Tolerance in Hybrid Webassembly Micro-Frontends: Deadlock Prevention and Security in Shared Memory Architectures. *In Proceedings of the 16th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT)*. Corfu, Greece, October 2-4, 2026.
4. Gohman, D. (2024, January 25). WASI 0.2 Launched. *Bytecode Alliance*. Retrieved from <https://bytecodealliance.org/articles/WASI-0.2>

КОНЦЕПТУАЛЬНА АРХІТЕКТУРА СУПЕРВІЗОРНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ КОНФЛІКТІВ У СИСТЕМІ КЕРУВАННЯ РОЗУМНИМ БУДИНКОМ PARETO– NASH–MPC

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

Вступ

1.1. Актуальність проблеми, мета дослідження та наукова проблема.

Розвиток інтелектуальних систем керування будівлями зумовлює перехід до розподілених архітектур, де автономні агенти керують окремими підсистемами (HVAC, освітлення, накопичувачі). Оскільки агенти використовують спільні ресурси, впливають на загальну динаміку об'єкта та оптимізують суперечливі критерії (комфорт, вартість, енергія), їхні локальні рішення є взаємозалежними. Некординовані дії агентів спричиняють перевантаження мереж і порушення обмежень, тому локальна оптимальність не гарантує сумісності рішень із загальними вимогами будівлі.

Мета роботи — розробити та на основі моделювання оцінити метод супервізорної ідентифікації й прогнозування конфліктів між агентами системи розумного будинку в контурі Pareto–Nash–MPC з урахуванням спільних обмежень і невизначеності.

Наукова проблема полягає у відсутності методу координації, який у межах ітеративного контуру Pareto–Nash–MPC (Model Predictive Control) завчасно ідентифікує, класифікує та кількісно оцінює конфлікти між агентами з урахуванням прогнозованої динаміки, взаємних обмежень і стратегічної взаємодії.

1.2. Аналіз останніх досліджень і наукова прогалина

Сучасні праці охоплюють окремі елементи проблеми:

- *Багатокритеріальні Distributed Constraint Optimization Problem (DCOP):* Дослідження multi-objective DCOP відокремлюють перевірку допустимості рішень від оцінки компромісів між конкуруючими цілями [1].

- *Раннє виявлення конфліктів:* Запропоновано детальні моделі виявлення ресурсних конфліктів за локальними переконаннями агентів [2] та аналіз сумісності зобов'язань для прогнозування порушень [3]. Проте вони не враховують безперервну динаміку об'єкта й обмеження MPC.

□ *Pareto–Nash рівновага*: Концепція поєднання Nash-стійкості та Pareto-оптимальності доведена для формацій агентів [4], але не адаптована до MPC будівель.

□ *Ігровий MPC в енергетиці*: Праці розглядають game-theoretic MPC для накопичувачів [5], ігрову координацію локальних MPC із супервізором [6] та пошук рівноваги для HVAC [7]. Децентралізований MPC також використовує координатора для перевірки здійсненності дій [8].

Наукова прогалина. Попри наявність окремих складників (DCOP, ігровий MPC, прогностичний аналіз), відсутній цілісний підхід, який поєднує кількісну оцінку залишків спільних обмежень, аналіз Pareto-втрат і Nash-розбіжностей у єдину метрику ризику конфлікту для багатокритеріального MPC будівель в умовах невизначеності.

1.3 Постановка завдання

Автономні агенти підсистем розумного будинку (HVAC, освітлення, накопичувачі) оптимізують власні цілі, але взаємодіють у спільному середовищі та ресурсному контурі. Їхні автономно «оптимальні» рішення часто є несумісними, що є відомим викликом для розподіленого планування [9], а виявлення конфліктів ускладнюється фрагментарністю уявлень агентів [10]. У моделі Pareto–Nash–MPC виявлення конфлікту лише на етапі нездійсненності (infeasibility) оптимізації є запізнитим — це призводить до втрати якості керування та марнування обчислювальних ресурсів ітерацій.

Звідси *наукове завдання* полягає у розробці процедури, яка одночасно: а) враховує відмінні цільові функції автономних агентів; б) ідентифікує стратегічну несумісність їхніх рішень; в) прогнозує майбутній стан системи та порушення обмежень на горизонті MPC; г) локалізує агентів і причини конфлікту; та г) формує результат, придатний для коригування рішень на Pareto, Nash- і MPC-рівнях. Це формулювання є попереднім висновком за проаналізованими роботами, а не твердженням про абсолютну відсутність відповідних методів у всій світовій літературі.

2. Виклад основного матеріалу

2.1 Таксономія та специфіка конфліктів у мультиагентній системі розумного будинку. У мультиагентній системі (МАС) розумного будинку агенти можуть відповідати за HVAC, освітлення, побутові навантаження, акумулятори, локальну генерацію та комфорт. Їхні рішення взаємодіють через теплову динаміку зон, обмеження потужності, спільне зберігання енергії, тарифи та вимоги мешканців. Уже в розподіленому MPC будинків описано координацію агентів заради комфорту при спільному ліміті енергії; рішення кожного агента пов'язане з рішеннями інших через coupling constraints.[9] Для багатовекторних енергетичних мереж некординовані дії децентралізованих контролерів здатні спричиняти перевантаження, що мотивує окрему перевірку глобальної здійсненності.[10]

Отже, конфлікт у цій постановці не зводиться до аварійного порушення обмеження. Доцільно розрізняти: 1) відсутність конфлікту — прогнози агентів сумісні; 2) потенційний — існує структурна несумісність цілей/ресурсів, але

вона ще не проявилася; 3) прогнозований — на горизонті MPC очікується несумісність планів; 4) такий, що формується — залишок ресурсу чи запас комфорту скорочується; 5) актуальний — спільне обмеження порушено або профіль локально оптимальних керувань є несумісним зі спільними обмеженнями системи; несумісність визначається перевіркою допустимості об'єданого профілю керувань на горизонті MPC; 6) критичний — порушення близьке або має значний вплив на безпеку/комфорт/вартість; 7) наслідковий — порушення вже відбулося. Це робоча таксономія для запропонованого методу, а не усталена універсальна класифікація.

Потреба у спеціальному модулі впливає з розриву між трьома різними питаннями: Pareto-рівень визначає компроміси між критеріями; Nash-рівень перевіряє стратегічну сумісність дій агентів; MPC-рівень передбачає динаміку та обмеження на часовому горизонті. Існування окремих робіт, що поєднують ці рівні частково, не доводить наявності готового методу для конкретної архітектури smart home Pareto–Nash–MPC. Тому коректне твердження — не «методів не існує», а «у розглянутій вибірці не підтверджено метод, який одночасно реалізує повний перелік функцій нижче; це потребує ширшої систематичної перевірки».

Специфіка конфліктів у МАС розумного будинку. Практично значущі класи конфліктів такі: *ресурсні*: сумарне споживання агентів перевищує доступну потужність/енергію, або кілька агентів претендують на одне сховище; *обмежень*: обмеження мережі, температури, швидкості зміни керуючих дій або стану накопичувача несумісні; *цільові*: економія вартості конкурує з комфортом, піковим навантаженням, емісіями чи старінням батареї; *керуючих дій*: дії агентів взаємно змінюють стан - наприклад, тепловий перетік між зонами чи одночасна реакція на тариф; *часові/прогнозні*: плани сумісні зараз, але призводять до нестачі енергії чи порушення комфорту пізніше; *стратегічні*: кожен агент поліпшує власну корисність, але профіль дій не є глобально здійсненним або прийнятним.

Взаємодія розподіленого MPC з обмеженим спільним ресурсом і торгами за енергію вже продемонстрована в будівельній постановці; автори також зазначили переговорні ітерації як напрям майбутнього розвитку.[9] Інша робота координації HVAC, батареї та відновлюваної генерації використовує MPC із тепловою динамікою, станом заряду та експлуатаційними обмеженнями.[13] Ці приклади підтверджують конкретність взаємозалежностей, але самі по собі не є доказом, що конфлікти класифікуються або прогнозуються як окремий об'єкт.

2.2 Аналіз методів своєчасної ідентифікації

Порівняльний аналіз підходів до координації та виявлення конфліктів

До класичних формалізмів штучного інтелекту для подання обмежень і розподіленої оптимізації належать CSP, DCSP і DCOP. DCSP (Distributed Constraint Satisfaction Problem) - розподілена задача виконання обмежень. DCOP (Distributed Constraint Optimization Problem) - розподілена задача оптимізації з обмеженнями. CSP (Constraint Satisfaction Problem) - задача задоволення системи обмежень.

□ *CSP / DCOP (Перевірка допустимості та поширення обмежень)*: Забезпечують високу інтерпретованість виявлення конфліктів. Проте класичні DCOP оптимізують єдину скалярну вартість, що суперечить природі агентів із конкуруючими цілями [1]. Фіксація стану здійсненності (feasible/infeasible) не оцінює втрату якості компромісів та поступки агентів.

□ *Багатокритеріальна оптимізація (Pareto-аналіз)*: Побудова Pareto-множини дає змогу ефективно зіставляти компроміси (наприклад, енергію та комфорт для HVAC [14]). Основні недоліки — висока обчислювальна складність та відсутність аналізу стратегічної сумісності чи оцінки ризику майбутньої нездійсненності обмежень.

□ *Теорія ігор (Наш-рівновага)*: Пояснює стратегічне джерело конфлікту та гарантує відсутність односторонніх відхилень. У будівлях застосовують супервізорну Nash-координату для MPC [6], а концепція Pareto–Nash поєднує стійкість та оптимальність [4]. Алгоритми на кшталт FENOCOP вибирають Nash-рівновагу з подальшою оцінкою Pareto-справедливості [16]. Проте ці підходи не переносяться автоматично на безперервну динаміку будівельних систем та жорсткі MPC-обмеження.

□ *Model Predictive Control (MPC) та гібриди*: MPC враховує майбутній стан об'єкта та обмеження [13, 15], а децентралізовані схеми використовують координаторів та цінові сигнали [8]. У робототехніці ефективно діє зв'язка «пошук конфліктів + MPC» [16], але вона розв'язує задачу зіткнень, а не балансу енергії та комфорту. Наявні game-theoretic MPC для будівель [14] не надають повної таксономії конфліктів, оцінки «часу до конфлікту» та системних сигналів для коригування на рівнях Pareto/Nash/MPC.

2.3 Порівняльна оцінка та прогалини. На основі аналізу джерел, були визначені властивості методів, що надано у таблиці 1.

Зауваження. Висновки щодо прогалин є аналітичними щодо розглянутої

Таблиця 1 - Порівняльна оцінка методів виявлення та опрацювання конфліктів у МАС «розумного будинку»

Метод / підхід	Що аналізує	Прогноз на горизонті MPC	Урахування кількох цілей	Стратегічна взаємодія агентів	Спільні обмеження	Локалізація причини конфлікту
CSP / DCSP	Здійсненність набору обмежень	Не є властивістю методу самою по собі; залежить від динамічної моделі	Зазвичай не оцінює компроміси між критеріями	Не обов'язково моделюється	Так, якщо обмеження задані явно	Можлива, залежно від алгоритму й подання обмежень
DCOP / багатокритеріальний DCOP	Розподілену оптимізацію за заданими функціями вартості	Не автоматично; потрібне поєднання з часовою моделлю	Так — у багатокритеріальному варіанті	Частково; залежить від формалізації агентів і цілей	Можливе через функції обмежень/вар-тості	Залежить від методу; треба уточнити в конкретній роботі
Pareto-аналіз	Компроміси між кількома критеріями	Ні, якщо не поєднаний із моделлю прогнозу	Так	Ні, сам по собі не задає стратегічної гри	Не є основною функцією	Не обов'язково
Теорія ігор / Nash-рівновага	Найкращі відповіді агентів та стійкість профілю стратегій	Не автоматично; може бути частиною game-theoretic MPC	Не обов'язково; багатокритеріальний варіант потребує окремого означення	Так	Може враховуватися через допустимі стратегії чи спільні обмеження	Залежить від моделі гри
MPC / розподілений MPC	Прогноз динаміки та оптимізацію на скінченному горизонті	Так	Можливо, якщо цільова функція багатокритеріальна або має явне правило згортки	Не обов'язково; потрібен ігровий/координатний шар	Так, якщо внесені до задачі оптимізації	Можлива за наявності діагностичних сигналів
Запропонований супервізорний підхід	Залишки спільних обмежень, несумісність цілей і стратегічні відхилення	Так, за умови заданої стохастичної/сценарної моделі	Так; без прихованого зведення до скаляра або з явно заданими вагами	Так, якщо формально визначено гру та критерій Nash-відхилення	Так; локальні й між агентні обмеження перевіряються спільно	Заявлена функція; треба підтвердити алгоритмом і прикладом

2.3 Процедури локалізації конфліктів і коригування Pareto-, Nash- та MPC-рівнів. Треба виконувати вимоги: 1) *Прогноз до порушення*: оцінювати ризик на кожному кроці горизонту MPC, а не лише фіксувати вже порушене обмеження. 2) *Єдине представлення обмежень*: зводити локальні й міжагентні обмеження до спільної перевірки, зберігаючи джерело кожної умови. 3) *Цільовий профіль*: фіксувати вектор цілей кожного агента та глобальних критеріїв, не зводячи їх до однієї вагової суми без явного правила. 4) *Ігровий аналіз*: зіставляти поточні стратегії з кращими відповідями агентів/ознаками відхилення від рівноваги; результати трактувати умовно щодо заданої гри. 5) *Час і критичність*: надавати час до першого прогнозованого конфлікту, його ймовірність/запас до межі й наслідок. 6) *Локалізація та пояснення*: виводити агентів, часові індекси, обмеження й цілі, що роблять прогноз конфліктним. 7) *Розділені інтерфейси*: Pareto-рівню передавати активні компроміси та допустимі набори; Nash-рівню — конфліктні стратегічні взаємодії; MPC — часові обмеження, risk margin і допустиме коригування. 8) *Обчислювальна прийнятність і fail-safe*: встановити бюджет часу; 9) при простроченні не блокувати MPC, а зберегти безпечний попередній/робастний план і позначити невизначеність.

2.4 Концептуальна структура та математична основа. Складається: 1) збір синхронізованого стану/прогнозів; 2) аналіз локальних і coupling constraints; 3) аналіз векторів цілей; прогнозування на горизонті; 4) класифікація та локалізація ризику; 5) формування інтерфейсного сигналу. Nash-аналіз потрібен, якщо агенти справді ухвалюють стратегічні рішення; 6) Pareto-блок потрібен, якщо залишаються кілька критеріїв без погодженого скаляра; 7) Байєсівське/нечітке оцінювання невизначеності, навчений класифікатор чи причинний граф - альтернативні, перевірювані модулі.

Математична основа. Нехай мультиагентна система складається з множини агентів:

$$A = \{A_1, A_2, \dots, A_N\} \quad (1)$$

де N — кількість агентів системи. Для кожного агента A_i у дискретний момент часу t (за крок) визначаються вектор стану $x_i(t)$, вектор керування $u_i(t)$, множина допустимих керуючих впливів U_i та цільова функція J_i .

Сукупний стан мультиагентної системи та сукупний керуючий вплив визначаються як:

$$x(t) = \{x_1(t), x_2(t), \dots, x_N(t)\} \quad (2)$$

$$u(t) = \{u_1(t), u_2(t), \dots, u_N(t)\} \quad (3)$$

Загальна модель динаміки відображає еволюцію стану системи в часі t під впливом керування $u_i(t)$ та випадкових факторів $\xi(t)$. Стан системи $X(t)$ описується стохастичним рівнянням:

$$X(t+1) = f(X(t), U(t), \xi(t)), \quad (4)$$

де: $f(\cdot)$ - функція динаміки системи; $\mathbf{X}(t) \in \mathbb{R}^n$ - вектор стану системи (температура, освітлення, заряд батареї та інші показники комфорту); $\mathbf{U}(t) = (\mathbf{u}_1(t), \dots, \mathbf{u}_N(t))^T$ - вектор керуючих дій агентами; $\mathbf{u}_i(t) \in W_i$ - керування i -го агента; $W_i \times \dots \times W_N$ - множина допустимих керувань; $\xi(t) \sim P(\cdot)$ - випадкові.

Динаміка системи «Розумного будинку» розглядається як гібридна, оскільки її функціонування визначається одночасно безперервними параметрами фізичних процесів та дискретними режимами роботи окремих підсистем на горизонті прогнозування $\mathbf{h} \in H$. Динаміка має вигляд:

$$\mathbf{x}_{t+h+1} = f(\mathbf{x}_{t+h}, \mathbf{u}_{1,t+h}, \dots, \mathbf{u}_{N,t+h}, \mathbf{w}_{t+h}), \quad \mathbf{h} = \mathbf{0}, \dots, H - 1. \quad (5)$$

Для кожного агента визначається прогноз траєкторії стану та керування на горизонті прогнозування H_p :

$$\ddot{\mathbf{x}}_i(t + \mathbf{h}|t), \quad \ddot{\mathbf{u}}_i(t + \mathbf{h}|t) \quad (6)$$

де $\mathbf{h} = 1, \dots, H_p$ – крок прогноз використовується для визначення можливих змін стану системи та своєчасного виявлення ситуацій, у яких взаємодія між агентами може призвести до конфлікту.

Агент (i) мінімізує вектор критеріїв $J_i = (J_i^{comfort}, J_i^{cost}, J_i^{energy}, J_i^{wear}, \dots)$, за локальних обмежень $\mathbf{g}_i(\mathbf{x}, \mathbf{u}) \leq \mathbf{0}$. Спільні обмеження задаються $\mathbf{g}_{ij}(\mathbf{x}, \mathbf{u}_i, \mathbf{u}_j) \leq \mathbf{0}$ або загальним $\mathbf{g}_G(\mathbf{x}, \mathbf{u}_1, \dots, \mathbf{u}_N) \leq \mathbf{0}$. Кожен крок $\mathbf{h}$ прогнозу дає залишок $\mathbf{s}_m(\mathbf{h}) = -\mathbf{g}_i(\ddot{\mathbf{x}}_i(t + \mathbf{h}|t), \ddot{\mathbf{u}}_i(t + \mathbf{h}|t))$, де значення відповідає запасу до межі.

Конфліктна взаємодія між агентами $A_i \leftrightarrow A_j$ визначається як ситуація, за якої реалізація керуючого рішення одного агента впливає на досягнення цільової функції іншого агента та призводить до її погіршення, порушення обмежень або зміни допустимої області його керування. Наявність конфліктної взаємодії позначимо через:

$$C_{ij}(t) \in \{0, 1\} \quad (7)$$

де $C_{ij}(t) = 1$ - відповідає наявності потенційного конфлікту між агентами $A_i \leftrightarrow A_j$, а $C_{ij}(t) = 0$ — його відсутності конфлікту між агентами $A_i \leftrightarrow A_j$

Авторська пропозиція 1 - індикатор запасу конфлікту C_{ij} між агентами $A_i \leftrightarrow A_j$:

$$C_{ij} = \alpha R_{ij} + \beta P_{ij} + \gamma Q_{ij}, \quad (8)$$

де R_{ij} - нормована нестача запасу спільних обмежень, P_{ij} - несумісність цілей (наприклад, нормована втрата Парето-ефективності від спільної реалізації локально бажаних дій), Q_{ij} - стратегічна нестійкість/розбіжність найкращих відповідей. Ваги α, β, γ - калібровані параметри; їх не можна подавати як універсальні. Альтернатива ваговому підсумку - вектор показників із пороговою

логікою, що не приховує компенсацію між різними типами ризику.

Авторська пропозиція 2 — час до конфлікту:

$$T_c = \min\{h\Delta t | \exists m, s_m(h) \leq 0\}, \quad (9)$$

Якщо межа прогнозу перетинається - інакше $T_c > H\Delta t$ або «не прогнозовано на горизонті». За невизначених прогнозів слід обчислювати $P(= s_m(h) \leq 0)$, або робастний мінімальний запас на множині сценаріїв; пороги критичності встановлюються за конкретними нормами комфорту/безпеки та валідуються на моделі будинку.

Стан модуля визначається поєднанням умов: 1) запас додатний і ризик низький - немає конфлікту; 2) локальні плани конфліктують, але горизонтальний прогноз не перетинає межу - потенційний; 3) прогноз перетинає межу — прогнозований; 4) запас спадає швидше порога — такий, що формується; межа порушена — актуальний; 5) перевищено критичний поріг наслідку/ймовірності — критичний; 6) порушення вже виміряне — наслідковий. Порогові значення мають бути задані для кожної фізичної величини та перевірені тестами з похибкою датчиків і прогнозу.

2.5 Місце модуля в Pareto–Nash–MPC. Найбільш повна позиція — окремий supervisory layer із двома проходами на кожній ітерації MPC: попередній скринінг до Pareto/Nash за станом і прогнозом, потім повторна перевірка після формування кандидатних рішень. Розміщення тільки до Pareto має ранній час реакції, але не знає компромісних кандидатів; розміщення лише між Pareto та Nash бачить trade-off, однак не оцінює стратегічну взаємодію; лише після Nash або всередині MPC має доступ до узгодженого прогнозу, але ризикує бути запізним або збільшити складність оптимізатора. Supervisory layer може зберігати незалежність оптимізаційних блоків і передавати їм структуровані сигнали, але потребує узгодження форматів даних і бюджету часу.

Практична послідовність: 1) синхронізація стану та прогнозних сценаріїв; 2) швидкий тест локальних/спільних обмежень; 3) обчислення локальних векторів цілей та компромісних кандидатів; 4) оцінка найкращих відповідей або Nash-відхилень; 5) симуляція кандидатних керувань на горизонті MPC; 6) оцінка $C_{ij}(h|t)$, запасів і T_c ; 7) класифікація/локалізація; 8) передача рекомендації: повернутися до Pareto для іншого trade-off, перерахувати Nash-стратегії або обмежити/перепланувати MPC; 9) перевірка виконаного кроку та оновлення прогнозу.

3. Результати

3.1 Таксономія та класифікація: Сформовано робочу 7-рівневу таксономію конфліктів (від відсутності до критичного й наслідкового) та виділено 6 практичних класів (ресурсні, обмежень, цільові, дій, часові, стратегічні).

3.2 Метрики конфліктності: Запропоновано індикатор запасу конфлікту $C_{ij} = \alpha R_{ij} + \beta P_{ij} + \gamma Q_{ij}$, (запас обмежень, втрата Парето-оптимальності, Наш-розбіжність) та показник «час до конфлікту» T_c на горизонті прогнозу H .

3.3 *Архітектура та процедура*: Розроблено двохпрохідний супервізорний рівень (supervisory layer) та 9-крокову процедуру координації, яка локалізує причини конфлікту та передає коригуючі сигнали на Pareto-, Nash- і MPC-рівні.

4. Обговорення результатів

Запропонована концепція доповнює розглянуті в цій статті схеми перевірки допустимості прогнозною класифікацією ризику конфлікту; перевагу над базовими методами має бути встановлено експериментально. Векторні показники та T_c дають високу пояснюваність щодо конкретних агентів і обмежень. Основні обмеження - потреба в калібруванні ваг α, β, γ , дотримання обчислювального бюджету часу та використання fail-safe режиму при простроченнях.

5. Висновки

1. Запропоновано метод ідентифікації та класифікації конфліктів у MAC розумного будинку для контуру Pareto–Nash–MPC.

2. Запропоновано структуру математичного опису індикатора конфліктності та часу до прогнозованого порушення; їхні формальні означення і властивості потребують повного викладу та експериментальної перевірки.

3. Обґрунтовано архітектуру двохпрохідного супервізора для завчасного коригування рішень агентів та сформовано вимоги до обчислювальної стійкості (fail-safe) системи.

Декларація 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. Billiau G, Chang C, Ghose AK (2015) Multi-Objective Distributed Constraint Optimization using Semi-Rings. Scalable Computing: Practice and Experience. <https://doi.org/10.12694/scpe.v16i4.1130> URL: <https://www.scpe.org/index.php/scpe/article/view/1130>
2. Nguyen-Thinh Le, Lukas Martin, Christopher Mumme, Niels Pinkwart (2012) Communication-free detection of resource conflicts in multi-agent-based cyber-physical systems. URL: <https://exa.ai/library/publication/mxp2rbv0cz1>.
3. Günay A., Yolum P. (2011) Detecting conflicts in commitments. 9th International Workshop on Declarative Agent Languages and Technologies, DALT 2011, Taipei, Taiwan, 03 May 2011, cilt.7169 LNAI, ss.51-66, (Tam Metin Bildiri). URL: <https://avesis.bogazici.edu.tr/yayin/9d4782f2-2c4c-4ca5-bf63-ce93aabb43df/detecting-conflicts-in-commitments/> DOI: 10.1007/978-3-642-29113-5_5
4. Daniel S. Horevicz, Paulo A.V. Ferreira, (2022) Pareto-Nash Equilibrium in Multiobjective Formation Control Problems. DOI: <https://doi.org/10.20906/CBA2022/3561> URL: <https://ojs.sba.org.br/index.php/cba/article/view/3561>
5. Edward R. Stephens; David B. Smith; Anirban Mahanti (2015) Game Theoretic Model Predictive Control for Distributed Energy Demand-Side Management. URL:

<https://ieeexplore.ieee.org/document/6994293/> DOI: 10.1109/TSG.2014.2377292

6. Guchuan Zhu (2018) Titre : Title : Game-Theoretic Decentralized Model Predictive Control of Thermal Appliances in Discrete-Event Systems Framework Auteurs URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Titre-%3A-Title-%3A-Game-Theoretic-Decentralized-Model-Zhu/2e3ef0ecabb74dcb462d8eaf1b53b33dec567a2>

7. Najmeh Forouzandehmehr, Samir M. Perlaza, Zhu Han, H. Vincent Poor (2013) A satisfaction game for heating, ventilation and air conditioning control of smart buildings URL: <https://exa.ai/library/publication/381mddwnw0p>

8. Michael Taylor; Ognjen Marjanovic; Alessandra Parisio (2024) Decentralized Supervisory Control of Networked Multienergy Buildings DOI: 10.1109/TCST.2023.3346829 URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10378966>

9. Mekuria, D. N., Sernani, P., Falcionelli, N., & Dragoni, A. F. (2018). *Reasoning in Multi-agent Based Smart Homes: A Systematic Literature Review*. In Ambient Assisted Living: Italian Forum 2018, pp. 161–179. Springer. DOI: 10.1007/978-3-030-05921-7_13 URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-05921-7_13

10. Khalil, K. M., Abdel-Aziz, M., Nazmy, T. T., & Salem, A.-B. M. (2014). *Intelligent Techniques for Resolving Conflicts of Knowledge in Multi-Agent Decision Support Systems..* <https://doi.org/10.48550/arXiv.1401.4381>

11. Barata F, Igreja J, Neves-Silva R (2014) Distributed MPC for Thermal Comfort and Load Allocation with Energy Auction. International Journal of Renewable Energy Research. <https://doi.org/10.1234/IJRER.V4I2.1201>

12. Bıyık E, Kahraman A (2019) A predictive control strategy for optimal management of peak load, thermal comfort, energy storage and renewables in multi-zone buildings. Journal of Building Engineering. <https://doi.org/10.1016/J.JOBE.2019.100826>

13. Green DH, Lin Y, Botterud A, et al (2024) Pareto-Optimized Thermal Control of Multi-Zone Buildings Using Limited Sensor Measurements. IEEE Transactions on Smart Grid. <https://doi.org/10.1109/TSG.2024.3400220>

14. Horevycz DS, Ferreira PAV (2022) Pareto-Nash Equilibrium in Multiobjective Formation Control Problems. Proceedings do XXIV Congresso Brasileiro de Automática. <https://doi.org/10.20906/cba2022/3561>

15. Xu Y, Parisio A, Ding Z (2020) Hierarchical Model Predictive Control for Energy Efficient Buildings with Multi-Energy Storage Systems. IEEE Power & Energy Society General Meeting. <https://doi.org/10.1109/PESGM41954.2020.9281493>

16. Janning K, Housin A, Schulte C, et al (2025) Conflict-based model predictive control for multi-agent path finding experimentally validated on a magnetic planar drive system. Frontiers in Control Engineering. <https://doi.org/10.3389/fcteg.2025.1645918>

РОЗПІЗНАВАННЯ ЗМИВНОСТІ СМІТТЯ ПРИБИРАЛЬНИМИ РОБОТАМИ З УЗАГАЛЬНЕННЯМ НА НОВІ РОБОТИ

Ратушняк Денис Святославович,
здобувач магістерського рівня вищої освіти
Національний університет «Львівська політехніка»

Науковий керівник:
Пшеничний Олександр Юрійович,
кандидат технічних наук, асистент кафедри систем штучного інтелекту
Національний університет «Львівська політехніка»

Актуальність роботи. Мобільний робот, що прибирає громадську вбиральню, піднімає предмети сміття з підлоги інструментом по одному й після кожного захоплення має обрати, куди доставити предмет: до унітаза чи до сміттевого контейнера. Доставлення всього сміття до контейнера безпечно, але продовжує прибирання і прискорює наповнення контейнера. Змивання предмета, не призначеного для каналізації, загрожує її засміченням: у дослідженні галузевої асоціації Water UK близько 93 % матеріалу в обстежених заторах становили вологі серветки [1], а комунальні служби США, за наявними оцінками, щороку витрачають до 1 млрд доларів на ліквідацію заторів, спричинених серветками [2]. Водночас тип матеріалу сам по собі рішення не визначає: навіть туалетний папір безпечний для каналізації лише в невеликій кількості, тоді як щільно зібганий великий жмут створює для труб такий самий ризик, як паперовий рушник.

Практичне застосування такого розпізнавача ускладнює ще одна обставина: зі збільшенням кількості робіт ручне розмічування даних кожного нового робота потребує дедалі більше часу й погано масштабується. Тому модель, навчена на даних кількох робіт, повинна зберігати заданий рівень безпеки на нових роботах без розмічування їхніх даних. Вирішальну роль тут відіграє поріг змиву: саме він перетворює оцінку мережі на рішення, і від його вибору залежить фактична частка небезпечних помилок.

Мета роботи – дослідити можливість перенесення моделі розпізнавання змивності предметів сміття разом із порогом змиву з кількох навчальних робіт на нові роботи без розмічування їхніх даних і визначити спосіб вибору порога, що забезпечує найбільшу повноту змивання за обмеженої частки хибних змивань.

Постановка задачі. Розпізнавач ставить у відповідність предмету оцінку змивності $s \in [0; 1]$, і предмет спрямовується до унітаза, якщо $s \geq \tau$, де τ – поріг змиву. Якість рішення описують дві величини: повнота змивання $R(\tau)$ – частка змивних предметів, які буде змито, і частка хибних змивань $F(\tau)$ – частка незмивних предметів, які буде спрямовано до унітаза. Вартість цих помилок

різна: пропущене змивання забирає кілька секунд, тоді як хибне може спричинити засмічення. Тому, відповідно до критерію Неймана–Пірсона [3, 4], поріг обирається з умови

$$\tau^* = \arg \max R(\tau) \text{ за умови } F(\tau) \leq b, \quad (1)$$

де $b = 5\%$ – бюджет хибних змивань. За такої постановки порівняння моделей за точністю чи за порогом 0,5 втрачає зміст, тому всі моделі зіставляються за однакового бюджету. Щоб бюджет виконувався не лише в середньому, поріг сертифікується: обирається найменше значення τ , для якого верхня межа одностороннього 95 % довірчого інтервалу Клоппера–Пірсона [5] для $F(\tau)$ не перевищує b .

Дані та протокол оцінювання. Набір даних сформовано з RGB-D кадрів, записаних на 16 виробничих роботах протягом 259 робото-днів; він містить 1983 предмети. Більшість кадрів отримано під час планового прибирання, а частину кадрів з вологими серветками, що трапляються рідко, записано в окремих сеансах збирання даних, тому співвідношення класів відрізняється від виробничого. Кадри знято камерою, закріпленою біля інструмента маніпулятора, з майже однакової висоти (медіана – 62,6 см над підлогою). Виявлення предметів виконує окремий модуль, тому розпізнавач працює з одним уже виділеним предметом і задачу детекції не розв’язує. Цільову дію (змивання чи контейнер) і матеріал кожного предмета розмічено автором вручну; ці мітки описують бажане рішення, а не дії роботів, які наразі спрямовують усі предмети до контейнера. Змивними визнано лише предмети туалетного паперу невеликого розміру: з 1383 предметів туалетного паперу 115 позначено як незмивні через завеликий об’єм.

Дані розділено за роботами, а не за кадрами. П’ять навчальних роботів (1811 предметів) використано для розроблення моделі з крос-валідацією за роботами (LORO – Leave One Robot Out): по черзі один із п’яти роботів виключається з навчання й слугує для перевірки. Решта 11 тестових роботів (172 предмети, з них 90 змивних і 82 незмивні) не використовувалися до завершального етапу; конфігурацію Моделі А зафіксовано до першого звернення до цих даних. Довірчі інтервали оцінено бутстрепом за робото-днями.

Запропонована модель. Модель А використовує витягувач ознак ConvNeXt-T [6], попередньо навчений на ImageNet і повністю донавчений на зібраних даних. Вхідним зображенням є фрагмент кадру розміром 420×420 пікселів із центром у центрі рамки предмета, зменшений до 288×288 пікселів. Оскільки поза камери на всіх роботах майже однакова, фрагмент фіксованого розміру зберігає фізичний масштаб предмета – ознаку, від якої залежить рішення. Над витягувачем ознак розміщено дві голови: оцінку змивності та допоміжну класифікацію матеріалу на три класи (туалетний папір, інший папір, не папір). Навчання виконується з фокальною функцією втрат (focal loss, $\gamma = 2$) [7] і раннім зупиненням, а остаточна оцінка є середнім виходів трьох мереж, навчених з різних випадкових ініціалізацій [8]. Поріг змиву 0,785 визначено на об’єднаних оцінках крос-валідації, тобто на оцінках, які модель видає для роботів, не залучених до її навчання, і сертифіковано для бюджету 5 %. Для порівняння розглянуто Модель Б – найкращу за крос-валідацією конфігурацію: одну мережу

без раннього зупинення з порогом змиву 0,806. Оцінена затримка на бортовому графічному процесорі NVIDIA RTX A2000 становить 6,5 мс для однієї мережі та близько 20 мс на предмет для Моделі А, що в сотні разів менше за кілька секунд, які заощаджує одне змивання.

Результати. Експерименти на навчальних роботах підтвердили, що рішення визначає кількість матеріалу, а не лише його тип: навіть за безпомилково відомого матеріалу правило «змивати весь туалетний папір» призводить до 16,0 % хибних змивань (101 завеликий жмут паперу серед 633 незмивних предметів), що втричі перевищує бюджет. Серед режимів навчання найбільший приріст повноти забезпечила фокальна функція втрат: +0,21 (95 % ДІ [0,12; 0,30]). На крос-валідації Модель А за однакового бюджету досягає рівня двоетапної системи «класифікатор паперу та правило розміру»; статистично значущої переваги над нею не виявлено. Вплив джерела порога змиву на повноту змивання та частку хибних змивань показано на рис. 1.

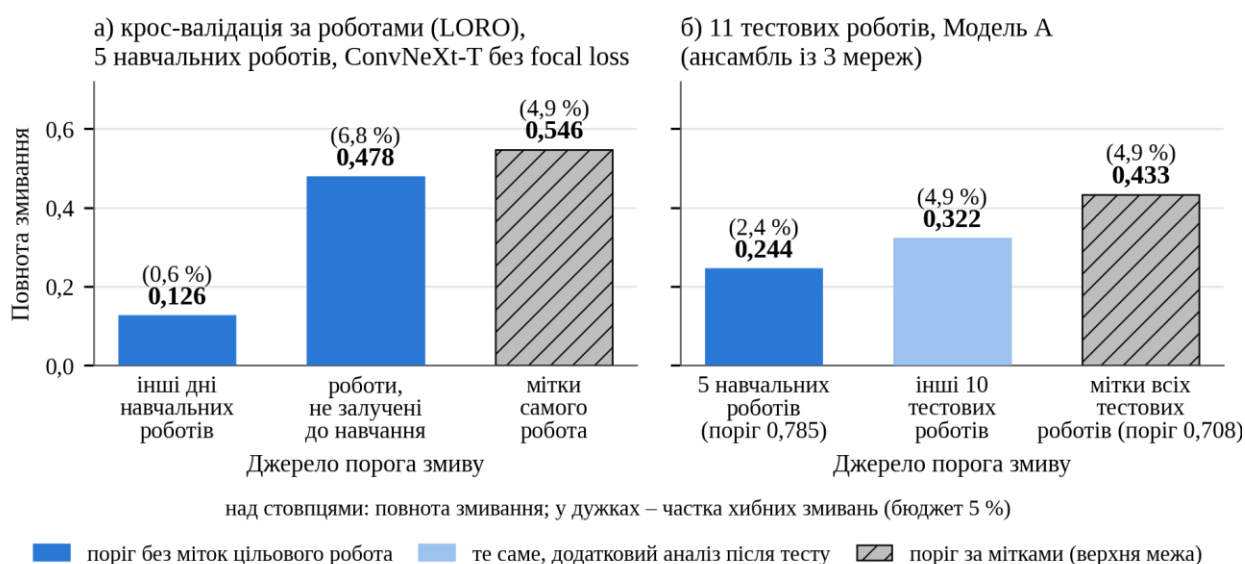


Рис. 1. Повнота змивання за різних джерел порога змиву: а – крос-валідація на 5 навчальних роботах; б – Модель А на 11 тестових роботах

Джерело рисунка: розробка автора.

Ключовим для масштабування є вибір джерела порога змиву (рис. 1, а); щоб відокремити цей чинник від режиму навчання, порівняння виконано для ConvNeXt-T без фокальної функції втрат. Поріг, визначений внутрішньою крос-валідацією за робото-днями навчальних робіт, виявився надто суворим: повнота змивання становить лише 0,126 за частки хибних змивань 0,6 %. У такій перевірці кожен предмет оцінює мережа, яка вже бачила інші дні того самого робота; її оцінки значно впевненіші, ніж на незнайомому роботі, тому отриманий із них поріг опиняється надто високо. Поріг, отриманий з оцінок моделі на роботах, яких вона не бачила під час навчання, дає повноту 0,478 і наближається до верхньої межі 0,546, яку можна отримати лише з мітками самого робота. Проте без сертифікації такий поріг перевищує бюджет (6,8 %). Сертифікований поріг Моделі А на крос-валідації забезпечує повноту 0,635 за 4,9 % хибних змивань, хоча бюджет виконується лише для 4 з 5 навчальних робіт.

Результати на тестових роботах наведено в табл. 1, де AUPRC – площа під кривою «точність – повнота», що характеризує якість упорядкування оцінок незалежно від порога. Модель А з перенесеним без змін порогом 0,785 спрямувала б на змивання 22 з 90 змивних предметів і лише 2 з 82 незмивних: зavelикий жмут туалетного паперу та обгортку; жодної вологої серветки, паперового рушника чи пластикового предмета на змивання не спрямовано. Водночас кожен незмивний предмет важить 1,2 відсоткового пункту частки хибних змивань, а верхня межа 95 % довірчого інтервалу Клоппера–Пірсона становить 7,5 %, тому дотримання бюджету є точковою оцінкою, а не гарантією.

Таблиця 1.

Результати моделей на 11 тестових роботах

Модель	Поріг змиву	AUPRC	Повнота змивання [95 % ДІ]	Частка хибних змивань	Верхня межа 95 % ДІ
Модель А	0,785	0,843	0,244 [0,152; 0,356]	2,4 % (2 з 82)	7,5 %
Модель Б	0,806	0,759	0,456 [0,330; 0,605]	14,6 % (12 з 82)	22,6 %

Модель Б спрямувала б на змивання більше змивних предметів (0,456), однак її частка хибних змивань (14,6 %) майже втричі більша за бюджет. Моделі відрізняються також кількістю мереж, тож їхнє порівняння не є контрольованим, проте воно показує, що найкраща за крос-валідацією конфігурація не обов'язково найбезпечніша на нових роботах. Зниження AUPRC Моделі А з 0,966 на крос-валідації до 0,843 на тестових роботах частково пояснюється іншим складом сміття: серед незмивних предметів навчального набору обгортки, пластикові та інші предмети складають 5,5 %, а тестового – 41,5 %.

Щоб оцінити, наскільки калібрування порога змиву здатне підвищити повноту, після тестування виконано додатковий аналіз, який не входить до попередньо зафіксованої перевірки (рис. 1, б); у ньому використано емпіричні пороги без сертифікації. Якщо поріг для кожного тестового робота визначати за мітками решти 10 тестових робіт, Модель А досягає повноти 0,322 за 4,9 % хибних змивань. Поріг 0,708, підібраний за мітками всіх тестових робіт, дає 0,433 за 4,9 %; це оптимістична верхня межа, оскільки поріг обрано й оцінено на тих самих даних. Для Моделі Б ті самі процедури дають лише 0,16 (6,1 %) і 0,18 (4,9 %), що узгоджується з її нижчою якістю упорядкування на тестових роботах. Калібрування за невеликою кількістю даних нестійке: якщо поріг Моделі А визначати за половиною робіт-днів тестових робіт і перевіряти на решті, бюджет перевищується у 49 % з 2000 випадкових розбиттів. У тому самому додатковому аналізі заморожений ConvNeXt-T з логістичною регресією та порогом, перенесеним з навчальних робіт, досяг на тестових роботах повноти 0,444 за 3,7 % хибних змивань, тому перевагу повного донавчання на нових

роботах не підтверджено; це питання потребує окремої, заздалегідь зафіксованої перевірки.

Висновки. За результатами дослідження можна зробити такі висновки.

1. Для розпізнавання змивності недостатньо визначити тип матеріалу: рішення залежить від кількості паперу, тому доцільно використовувати фрагмент кадру сталого розміру, у якому видимий розмір предмета пропорційний фізичному.

2. Поріг змиву для нового робота слід визначати за оцінками моделі на роботах, не залучених до її навчання, а не внутрішньою крос-валідацією на навчальних роботах: це підвищує повноту змивання з 0,126 до 0,478 і наближає її до верхньої межі 0,546, досяжної лише з мітками робота.

3. Модель А, навчена на 5 роботах, без жодної мітки з 11 тестових робіт і без зміни порога спрямувала б на змивання 24 % змивних предметів за частки хибних змивань 2,4 % і затримки близько 20 мс на предмет. Отже, модель придатна для застосування на нових роботах без розмічування їхніх даних як консервативна початкова конфігурація, хоча дотримання бюджету підтверджено лише точковою оцінкою (верхня межа – 7,5 %).

4. Калібрування порога за мітками інших нових робіт у додатковому аналізі підвищило повноту Моделі А до 0,322 за 4,9 % хибних змивань, тому поступове накопичення міток з нових робіт, за умови їх достатнього обсягу, є природним шляхом підвищення корисності системи.

5. Бюджет 5 % залишається високим для практичного застосування, тому подальші дослідження доцільно спрямувати на його зниження до 1–2 %. Для статистичного підтвердження такого бюджету навіть за повної відсутності хибних змивань потрібно щонайменше 299 незмивних предметів для 1 % і 149 – для 2 %, тобто значно більший тестовий набір, ніж наявні 82 незмивні предмети.

Список літератури

1. Water UK. New proof that flushing wipes is a major cause of sewer blockages. London : Water UK, 2017. URL: <https://water.org.uk/news-views-publications/news/new-proof-flushing-wipes-major-cause-sewer-blockages> (дата звернення: 28.09.2026).

2. Aldock S. To flush or not to flush: policymakers take fatbergs into their own hands. Bluefield Research. 2022. URL: <https://www.bluefieldresearch.com/to-flush-or-not-to-flush-policymakers-take-fatbergs-into-their-own-hands/> (дата звернення: 29.09.2026).

3. Neyman J., Pearson E. S. On the problem of the most efficient tests of statistical hypotheses. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A. 1933. Vol. 231. P. 289–337. DOI: 10.1098/rsta.1933.0009.

4. Tong X., Feng Y., Li J. J. Neyman–Pearson classification algorithms and NP receiver operating characteristics. Science Advances. 2018. Vol. 4, No. 2. Art. eaao1659. DOI: 10.1126/sciadv.aao1659.

5. Clopper C. J., Pearson E. S. The use of confidence or fiducial limits illustrated in the case of the binomial. *Biometrika*. 1934. Vol. 26, No. 4. P. 404–413. DOI: 10.1093/biomet/26.4.404.
6. Liu Z., Mao H., Wu C.-Y. et al. A ConvNet for the 2020s. 2022 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). New Orleans, 2022. P. 11966–11976. DOI: 10.1109/CVPR52688.2022.01167.
7. Lin T.-Y., Goyal P., Girshick R. et al. Focal loss for dense object detection. 2017 IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV). Venice, 2017. P. 2999–3007. DOI: 10.1109/ICCV.2017.324.
8. Lakshminarayanan B., Pritzel A., Blundell C. Simple and scalable predictive uncertainty estimation using deep ensembles. *Advances in Neural Information Processing Systems 30 (NIPS 2017)*. Long Beach, 2017. P. 6402–6413.

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА МОДЕРНІЗАЦІЯ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ: ТЕХНІЧНІ ТА ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ

Кандєєва Віра Валеріївна

к.е.н., доцент

Національний університет «Одеська політехніка»

Анотація

У роботі проведено комплексний аналіз технічних та економічних аспектів енергоефективної модернізації об'єктів централізованого тепlopостачання та промислової теплоенергетики. Розглянуто сучасний стан нормативно-правової бази України, систематизовано передові інженерні рішення на рівнях генерації, транспортування та споживання теплової енергії. Проведено оцінку економічної ефективності інвестиційних проєктів та надано порівняльну характеристику заходів з точки зору капітальних витрат і строків окупності.

Ключові слова: енергоефективність, тепlopостачання, модернізація котелень, когенерація, ІТП, попередньо ізольовані труби.

Теплоенергетичний сектор України є одним із найбільш енергоємних та технологічно вразливих сегментів національної економіки. Централізоване тепlopостачання забезпечує теплом значну частку міського населення та об'єктів соціальної інфраструктури. Більшість систем будувалися в будувалися у другій половині ХХ століття та розраховувалися на доступність дешевих викопних енергоресурсів [1,8]. На сьогодні рівень фізичного та морального зносу основних фондів тепlopостачальних підприємств становить від 60% до 75%, що призводить до надвисоких питомих витрат палива, частих аварійних зупинок та значних фінансових збитків.

В умовах сучасних геополітичних викликів, воєнних руйнувань та трансформації світового енергетичного ринку енергоефективна модернізація теплоенергетичних об'єктів перестає бути суто економічним питанням. Вона перетворюється на стратегічний пріоритет національної безпеки, енергетичної незалежності України [1,6]. Відбудова та реконструкція мають здійснюватися за принципом «Build Back Better» («Відбудовувати краще, ніж було»), що передбачає впровадження високотехнологічного, децентралізованого обладнання.

Метою роботи є системний техніко-економічний аналіз напрямів модернізації систем тепlopостачання та визначення найбільш ефективних технологічних рішень для паливно-енергетичного комплексу України.

Впровадження енергоефективних рішень в Україні спирається на правила, які відповідають вимогам ЄС. Основними регулюючими актами, що визначають технічні вимоги та економічні стимули, є:

- Закон України «Про енергетичну ефективність» - визначає правові, економічні та організаційні засади відносин, що виникають у сфері забезпечення енергетичної ефективності під час виробництва, транспортування, передачі, розподілу, постачання та споживання енергії [1].

- Закон України «Про енергетичну ефективність будівель» – регламентує процедуру оцінки енергетичної ефективності будівель, обов'язковість встановлення мінімальних вимог до енергоефективності інженерних систем та впровадження сертифікації енергетичної ефективності [2].

- Закон України «Про державне регулювання у сфері комунальних послуг» - визначає засади державного регулювання діяльності суб'єктів природних монополій у сфері теплопостачання, механізм формування тарифів на основі стимулюючого тарифоутворення та вимог до затвердження інвестиційних програм підприємств [3].

- ДБН В.2.5-77:2014 «Котельні» - встановлює вимоги проектування при новому будівництві, реконструкції, капітальному ремонті та технічному переоснащенні існуючих котелень (котельних установок) незалежно від їх продуктивності [4].

- ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» - встановлюють вимоги проектування до систем опалення і внутрішнього теплопостачання, загальнообмінної та аварійної вентиляції, повітряного опалення, кондиціонування й охолодження повітря будівель і споруд [5].

- Директива Європейського Парламенту та Ради про енергоефективність - сприяє імплементації першого принципу енергоефективності [6].

- Закон України «Про запровадження нових інвестиційних можливостей гарантування прав та законних інтересів суб'єктів підприємницької діяльності для проведення масштабної енергомодернізації» - встановлює правові та економічні засади здійснення енергосервісу для підвищення енергетичної ефективності об'єктів державної та комунальної власності [7].

Система модернізації теплоенергетичного комплексу охоплює три взаємопов'язані ланки: генерацію (котельні та ТЕЦ), транспортування (теплові мережі) та споживання (інженерні системи будівель). Максимальний ефект досягається лише за умов одночасного впровадження заходів на всіх трьох рівнях.

Генерація теплової енергії є найкрупнішим споживанням первинного палива. Підвищення ККД генеруючих установок безпосередньо знижує операційні витрати. До модернізації генеруючого обладнання (котельні та ТЕЦ) відносяться: заміна котлоагрегатів, встановлення конденсаційних утилізаторів тепла, модернізація палиникових систем, частотне регулювання електроприводів, автоматизація та контролери.

Роздільне виробництво електроенергії на конденсаційних ТЕС (ККД $\approx$ 35-40%) та теплової енергії в районних котельнях (ККД $\approx$ 85%) є технологічно застарілим підходом. Когенерація – комбіноване виробництво електричної та теплової енергії на єдиній установці – забезпечує коефіцієнт використання палива на рівні 85-92% [8].

На базі комунальних котелень оптимальним є встановлення газопоршневих електростанцій або газотурбінних установок. Вироблена електроенергія використовується для власних потреб котельні та об'єктів критичної інфраструктури, а надлишок відпускається в загальну мережу. Виділене тепло утилізується з системи охолодження двигуна та вихлопних газів для підігріву мережевої води системи ЦТ.

Найбільшим джерелом непродуктивних втрат енергії є теплові мережі. Втрати теплоти через застарілу мін ватну ізоляцію та виток теплоносія через корозію сталевих труб досягають 25-30%. На сьогодні основними напрямками модернізації транспортування та розподілу (теплові мережі) є: заміна трубопроводів на попередньо ізольовані, встановлення систем сигналізації протікання, перехід від чотиритрудних систем до двотрубних.

При оптимізації споживання теплової енергії ключовим елементом модернізації є встановлення індивідуальних теплових пунктів (ІТП). Сучасні ІТП включає пластинчастий теплообмінник, двоходовий регулюючий клапан з електроприводом, погодний контролер, частотно-регульовані циркуляційні насоси та вузол обліку теплової енергії. Погодне регулювання коригує температуру теплоносія, що подається в будівлю, залежно від температури зовнішнього повітря, що забезпечує 15–25% економії теплової енергії [9].

Прийняття рішень щодо впровадження енергоефективних заходів вимагає проведення техніко-економічного обґрунтування. Оцінка базується на порівнянні капітальних витрат із досягнутим економічним ефектом.

Капітальні витрати включають вартість передпроектних розрахунків, розробки проектно-кошторисної документації, закупівлі обладнання, будівельно-монтажних робіт ат пусконаладжувальних робіт. Заощадження формуються за рахунок наступних чинників: скорочення витрат на паливно-енергетичні ресурси, економія електроенергії на власні потреби, зниження витрат на підживлювальну воду, скорочення експлуатаційних витрат.

В таблиці 1 наведено зведені порівняльні показники для основних технічних заходів з енергоефективної модернізації теплоенергетичних об'єктів (розраховано на основі середньо ринкових цін та нормативних термінів окупності).

Таблиця 1

Порівняльні техніко-економічні показники з енергоефективної модернізації
об'єктів теплоенергетичного комплексу

Технічних захід модернізації	Питомі витрати \$/кВт	Очікувана економія ресурсів, %	Термін окупності, роки	NPV (з розрахунку на 10 років)
Встановлення конденсаційного економайзера	18-28 \$/кВт	7-11 (газ)	1,5 - 2,5	високий
Встановлення ЧРП на вентилятор / насос	12-22 \$/кВт	30-45 (ел. енергія)	1 - 2	дуже високий

Модернізація ІПТ з погодним регулятором	35-55 \$/кВт	15-25 (тепло)	2 – 3,5	високий
Заміна мереж на ППУ-труби (безканальна)	180-320 м	80-85 (втрати мережи)	6 - 9	помірний
Будівництво газопоршневої КГУ (когенерація)	650-1100 \$/кВт е	зростає до 88%	3,5 – 5,5	надзвичайно високий
Автоматизація котелень	8-15 \$/кВт	3-6 (газ)	1,5 - 3	високий

Теплоенергетичний сектор України перебуває у критичному стані через значний рівень фізичного та морального зносу основних фондів, що спричиняє надвисокі питомі витрати палива та суттєві фінансові збитки. В умовах воєнних руйнувань та трансформації енергетичного ринку модернізація теплопостачання перетворюється на стратегічний пріоритет національної безпеки й енергетичної незалежності держави. Відбудова та реконструкція об'єктів повинні здійснюватися за принципом «Build Back Better» на основі впровадження високотехнологічних рішень, які орієнтовані на європейські стандарти енергоефективності.

Є необхідність у системному підході який вимагає одночасного впровадження заходів на всіх трьох напрямках: генерація, транспортування та споживання.

Техніко-економічний аналіз підтверджує високу інвестиційну привабливість більшості пропонованих заходів. Реалізація цих рішень дозволить не лише оптимізувати витрати підприємства, а й створити гнучку, стійку та енергоефективну теплоенергетичну структуру.

Список літератури

1. Закон України «Про енергетичну ефективність» від 21.10.2021 № 1818-IX. Відомості Верховної Ради України. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1818-20>
2. Закон України «Про енергетичну ефективність» № 1818-IX від 21.10.2021. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2118-19>
3. Закон України «Про державне регулювання у сфері комунальних послуг» №2479-VI від 09.07.2010. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2479-17>
4. ДБН В.2.5-77:2014 "Котельні". Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. Київ. 2014. 92 с. https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3200408674656846852?doc_type=2
5. ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування». Мінрегіон України. Київ, 2013. 142 с. https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3074971619479783152

6. Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council of 25 October 2012 on energy efficiency. Official Journal of the European Union. <https://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:315:0001:0056:en:PDF>

7. Закон України «Про запровадження нових інвестиційних можливостей гарантування прав та законних інтересів суб'єктів підприємницької діяльності для проведення масштабної енергомодернізації» №327-VIII від 09.04.2015 <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/327-19>

8. International Energy Agency (IEA). Ukraine Energy Profile 2021. Paris: IEA Publications, 2021. URL: <https://www.iea.org/reports/ukraine-energy-profile>

9. Практичний посібник з улаштування та експлуатації індивідуальних теплових пунктів (ІТП). Київ: Програма розвитку ООН (UNDP), 2021. 78 с.

GROUNDWATER OF AZERBAIJAN

Imamova Tarana Ali kizi,

Candidate of geological and mineralogical sciences
Baku State University

This article is dedicated to the northeastern part of the Greater Caucasus, i.e., the Samur-Atachay interfluvium of the Caspian Lowland. The resort industry in Azerbaijan is relatively new, and it is undoubtedly worth intensively developing in our republic, where all the necessary data on natural conditions are available.

The Samur-Atachay interfluvium region, the subject of our study, has favorable climatic and landscape features and compares favorably with other regions of our republic.

Therefore, the search for new sources and deposits of mineral and thermal waters and the rational development of previously discovered mineral and thermal water deposits in our republic is becoming increasingly important.

Keywords: groundwater, mineral and thermal waters, trace elements, ion-salt composition, formation conditions.

Azerbaijan places great emphasis on developing sectors of the national economy related to the exploitation of mineral and thermal groundwater. In this regard, the country's resort network and health and sanitary facilities are expanding and improving every year. This groundwater exploitation process is undoubtedly interrelated with the study of the geology and hydrogeological features of the country's drinking and medicinal mineral and thermal water deposits. In this regard, the Samur-Atachay interfluvium region of the Caspian Lowland, with its favorable climate and landscape features and the subject of our study, stands out from other regions of the country.

The Samur-Atachay interfluvium is located in northern Azerbaijan, between the northeastern foothills of the Greater Caucasus and the Caspian Sea. Administratively, the study area encompasses the Khachmaz, Qusar, Yalama, Quba, Divichi, and Siyazan districts of the Republic of Azerbaijan. Major settlements within the study area include the district centers of Quba, Qusar, Khachmaz, Khudat, Divichi, and Siyazan.

The orography of the study area was first described in the works of G.V. Abih and K.I. Bogdanovich [1].

Later, at various times, numerous geologists and geographers studied the geology and geography of the southeastern Caucasus (A.A. Alizade – [2]; V.E. Khain, A.N. Shardanov, F.S. Akhmedbeyli – [3] and others).

Within the Samur-Atachay interfluvium, mineral and thermal waters have been discovered by numerous wells. They are confined to deposits of the Jurassic, Cretaceous, Neogene, productive strata, and the Akchagyl stage. All of these are thermal and contain iodine-bromine.

In subsequent years, K.M. Aliyev and T.D. Muradov, employees of the Republic's Geology Department [4], conducted hydrogeological work by drilling deep wells, and

a project was developed for preliminary exploration of thermal waters in the Qusar sloping plain. Encouraging results were obtained as a result of drilling deep wells.

The author [5] of this scientific work conducted observations: measured flow rates, determined the piezometric level in wells, and collected samples from wells and thermal water sources to determine the ion-salt, gas, bacteriological, and microcomponent composition of water in the Yalama, Khudat, Khachmaz, and other areas of the Samur-Atachay interfluvium. The results were analyzed in the chemical laboratory of the Committee of Geology and Mineral Resources of Azerbaijan. During this period, data was collected from fifty deep wells in the Samur-Atachay interfluvium.

The study region between the Samur and Atachay rivers is rich in various types of underground mineral and thermal waters, differing in ion-salt and gas composition, temperature, degree of mineralization, and other physicochemical properties.

The thermal waters in the study region are primarily located in five deposits: Yalama-Nabran, Khudat, Khachmaz, Qusar, and Divichi. Therefore, approximately 50 deep exploratory wells were drilled in the study region to study the numerous thermal waters, varying in salt and gas composition, flow rate, and temperature, and to develop the deposits.

Below are the geological and structural features of the deposits' locations and a brief geological and geochemical description of the thermal waters based on data from the most promising wells.

Well No. 6 is located on the northeastern flank of the Yalama fold. The well's depth is 1,530 m. During drilling, sediments (the productive strata and the Akchagyl and Apsheron stages) were exposed.

The water-bearing rocks consist of sands and sandstones of the productive strata (N Pr). Water temperature is 43°C; flow rate is 112.8 m³/day; mineralization is 44.5 g/l; the statistical water level is +50 m; conductivity is 0.96 m²/day.

Trace elements present in the water include: bromine - 108.1 mg/l; and iodine - 25.91 mg/l.

Well No 7 (Nabran site) is located 5 km south of Well #6 (Yalama). The well's depth is 1,245 m. The water temperature is 48°C; the flow rate is 304.4 m³/day; the conductivity is 3.52 m²/day.

In terms of salt composition, the water from Well #7 is of the sulfate-chloride-sodium-calcium type.

Trace amounts of iodine (0.65 mg/L) and bromine (8.78 mg/L) were detected in the water.

The water-bearing rocks are composed of Neogene siltstones.

Well No. 9 (Nabran site) - Well depth: 1,852 m. The water-bearing rocks consist of clays, sands, and sandstones of the productive strata (N Pr). Water temperature is 45°C; flow rate is 261 m³/day; mineralization is 5.1 g/L.

The water in this well is of the chloride-sulfate-sodium-calcium type.

Trace amounts of iodine (1.4 mg/L) and bromine (7.5 mg/L) were detected in the water. Conductivity is 3 m²/day.

Well No. 1/80 (Nabran site) - depth 1205 m. Water-bearing rocks are clays with inclusions of sand from the Balakhany Formation of the Pliocene. Water temperature is 40°C; water flow rate is 216 m³/day; mineralization is 24.5 g/L.

In terms of chemical composition, the thermal water from this well is of the chloride-sulfate-sodium type.

The water from this well contains dissolved nitrogen-oxygen gas, where nitrogen makes up 55.47%, oxygen - 42.52%, and methane - 2.01%. Gas saturation is 12.44 mg/L.

In addition, trace elements include iodine - 16 mg/L; bromine - 64.5 mg/L. The well water is clear, colorless, and odorless, with a salty taste.

Well No. 12 is 1925 m deep. The well's water-bearing rocks consist of gravel, sand, and sandstone of the productive strata (N Pr2). The water temperature is 50°C; the flow rate is 549 m³/day; the mineralization level is 6.1 g/L.

As can be seen from this formula, the thermal water of Well No. 12 is of the chloride-sulfate-sodium-calcium type based on its chemical composition.

Iodine levels in the well water were 4.6 mg/L; bromine levels were 11.7 mg/L.

Well No. 110 is located on the northwestern wing of the Yalama area. Its depth is 3,005 m. The water-bearing rocks consist of sandstones, siltstones, and limestones of the Middle Jurassic (J2).

Water temperature is 82°C; water flow rate is 456 m³/day. Mineralization is 15.1 g/L.

The chemical composition of this well's thermal water is chloride-sodium-calcium. Significant amounts of bromine (38.5 mg/L) and iodine (5.25 mg/L) are found in the water.

Igneous rocks are not typically found in this area (Yalama - Nabran), and water formation is closely related to sedimentary deposits of the Middle Pliocene Productive Formation. At the same time, the hydrogeological conditions of the occurrence and placement of hydrothermal springs of the Yalama deposit are closely related to the history of the geological development of the region.

It's possible that the formation of these unique acrotherms in the province occurs in the same facies environment at depths of 2,500-3,500 m.

Local residents, tourists, and visitors from other regions of the republic or the city of Baku used the water from these wells for medicinal purposes.

Well No. 20 (Khudat) depth: 2,740 m. The water-bearing rocks consist mainly of clays and limestones. Water temperature: 64°C; flow rate: 432 m³/day; mineralization: 15.1 g/L.

Iodine levels: 8.6 mg/L; bromine levels: 40.7 mg/L. Chemical composition of the water from this well is sodium-calcium chloride. According to organoleptic properties, this water is colorless, transparent, free of foreign inclusions and odor, and has a salty taste.

The dissolved gas composition is nitrogen-methane: methane (CH₄) is 75.89%; nitrogen (N) is 20.56%. The gas saturation is 16.88 mg/L.

Well No. 112 - well depth - 2877 m. The water-bearing rocks of this well are composed of Middle Jurassic sandstones and siltstones alternating with limestones.

The water temperature of this well is 82°C; the water flow rate is 2,160 m³/day; the conductivity is 3.55 m²/day.

Based on the ion-salt composition, the water of this well belongs to the chloride-sodium-calcium type. Significant amounts of iodine were found in the water of well No 112 - 7.6 mg/l; bromine - 276.6 mg/l.

Well No116 - (Khudat) Well depth is 3,125 m. The water-bearing rocks of this well are confined to limestone, sandstone, and siltstone, alternating with mudstone and marl of the Upper Cretaceous (K2).

Water temperature is 85°C; Water flow rate is 6,000 m³/day; the degree of mineralization is 66.7 g/l; Conductivity is 20.3 m²/day.

As can be seen from the formula, the chemical composition of this well's water is sodium chloride. Significant trace elements in the water include bromine (137.1 mg/L) and iodine (16.96 mg/L).

Well No. 4 (Khachmaz) The depth of this well is 3,671 m. It is located 1.3 km southwest of Nabran station.

Water temperature is 82°C; flow rate is 5.0 m³/day; mineralization is 65.5 g/L.

Based on its ion-salt composition, the water from this well is of the sodium chloride type. Significant amounts of bromine (203.3 mg/L) and iodine (15.8 mg/L) were detected in the well water.

The water from this well contains dissolved gas. Based on its gas composition, the water is classified as nitrogen-methane. Nitrogen (N₂) is 73.8%; methane (CH₄) is 5.4%.

Based on the conducted exploration work, a feasibility study (Ch.M. Khalifazade – 1989) was compiled for the temporary conditions of the Khudat-Khachmaz thermal water deposit, which we used, and a national economic assessment of the industrial use of the thermal resources of these deposits was provided. The end result of using thermal waters for heating purposes is the replacement of scarce types of organic fuel, which is determined by the volume of heat obtained during the development of deposits.

Literatura

1.G.V.Abikh and K.I.Bogdanovich May 4, 2013 - ... problems of formation, development and structural-territorial organization of modern geosystems have been collected in the XVII ... Bu baxımdan həmin dövr tədqiqatçı-geoloqlar (G.V. Abix, K.İ. Boqdanoviç, F.K. Osvald və s.) ...

2. Alizade A.A., Oil fields of the TGS, Caspian region of the TGS, Aznefteizdat, 1945

3. Khain V.E., Shardanov A.N., Akhmedbeyli F.S. Materials on the geology of NE Az-na. Publishing House of the Academy of Sciences of the Azerbaijan SSR, 1957

4. Aliyev K.M., Muradov T.D., Report on the Regional Assessment of the Exploitable Resources of Thermal Waters of the Azerbaijan SSR. Report of the Thematic Detachment of the Hydrogeological Party on Thermal Waters for 1979-1980, Baku, TGF, 1981

5. Imamova T.A., Protection of Mineral and Thermal Water Deposits in the Samur-Atachay Interfluve from Pollution and Resource Depletion, Takhsil Society of the Azerbaijan Republic, Bilgi Journal, Physics, Mathematics, Earth Sciences Series, Baku, 2001

РОЗВИТОК ІНФРАСТРУКТУРИ ДОГЛЯДУ ЯК ПЕРЕДУМОВА РОЗШИРЕННЯ ПРОПОЗИЦІЇ РОБОЧОЇ СИЛИ

Черніченко Віктор Васильович,

к.е.н., с.н.с.,
учений секретар,
Інститут демографії та досліджень якості життя імені
Михайла Птухи НАН України,
м. Київ, Україна

Пропозиція робочої сили на сучасному ринку праці визначається не лише чисельністю населення працездатного віку, рівнем оплати праці або наявністю вільних робочих місць. Важливе значення має розподіл часу між професійною діяльністю й обов'язками, які виконуються працівниками у межах своїх домогосподарств. Догляд за дітьми, особами похилого віку та членами сім'ї, які не можуть самостійно задовольняти повсякденні потреби, потребує значних часових витрат. Якщо відповідні послуги недоступні, то частина населення скорочує тривалість оплачуваної роботи або взагалі не виходить на ринок праці. Тому стан інфраструктури у сфері догляду безпосередньо впливає на обсяг робочого часу, який домогосподарства здатні запропонувати роботодавцям.

До інфраструктури догляду належать дошкільні заклади, денні центри, установи довготривалого перебування, соціальні служби та надавачі допомоги вдома. Економічна функція такої системи виходить за межі соціального обслуговування. Вона забезпечує перерозподіл доглядового навантаження між сім'єю і професійними надавачами, завдяки чому вивільняється час для оплачуваної зайнятості. Відсутність необхідної послуги, навпаки, перетворює потенційно працездатну людину на економічно неактивну незалежно від її кваліфікації та готовності працювати[1].

Особливо відчутною є залежність трудової участі працівників від доступності догляду в домогосподарствах із невисокими доходами. Рішення про працевлаштування приймається з урахуванням не тільки очікуваного заробітку, але й вартості послуг, транспортних витрат та часу на їх отримання. Відповідно, якщо сукупні витрати наближаються до можливого трудового доходу, то оплачувана зайнятість у таких випадках втрачає свою економічну доцільність. Таким чином виникає своєрідна «пастка неактивності», коли сім'я не може придбати послугу через недостатній дохід, однак збільшити цей дохід неможливо через необхідність самостійно виконувати функції по догляду. При цьому вплив окремих складових інфраструктури на трудову пропозицію відрізняється за їх характером і часовою тривалістю. Так, дошкільні заклади забезпечують регулярне вивільнення часу батьків, а служби допомоги вдома дають змогу зберігати зайнятість за наявності в сім'ї людини, яка потребує

тривалого супроводу. Короткострокові послуги особливо важливі у разі тимчасового зростання сімейного навантаження(табл.1).

Таблиця 1

**Функціональні складові інфраструктури догляду в системі
формування пропозиції робочої сили**

Складова інфраструктури	Форма обслуговування	Вплив на пропозицію робочої сили
Дошкільний догляд	Ясла, дитячі садки, групи продовженого перебування	Забезпечує регулярне вивільнення робочого часу батьків, зменшує тривалість перерв після народження дитини та створює можливість повернення до повної зайнятості.
Денний соціальний догляд	Центри денного перебування та соціального супроводу	Дає змогу членам сім'ї працювати протягом установленого робочого дня без необхідності постійної присутності біля залежної особи.
Довготривалий догляд	Стаціонарне або періодичне обслуговування	Скорочує тривале навантаження на домогосподарство та запобігає повному вибуттю доглядальника зі складу робочої сили.
Допомога вдома	Соціальний працівник або професійний доглядальник	Дозволяє поєднати сімейну участь із професійною зайнятістю, не вдаючись до постійного інституційного розміщення отримувача послуг.
Тимчасовий догляд	Короткострокова і замісна допомога	Підтримує неперервність зайнятості у випадках хвороби, надмірного навантаження або тимчасової відсутності основного доглядальника.

Джерело: сформовано автором

Однак, варто зазначити, що наявність установи у сфері догляду ще не означає фактичної доступності таких послуг. Результативність інфраструктури визначається її територіальним розміщенням, режимом роботи, вартістю та спроможністю обслуговувати населення відповідної громади. Тому дитячий садок із обмеженою кількістю місць або графіком, не узгодженим із тривалістю робочого дня батьків, лише частково виконує функцію підтримки зайнятості. Подібна ситуація виникає й тоді, коли послуга формально надається без можливості регулярного транспортного сполучення. Саме тому оцінювати розвиток інфраструктури лише за кількістю закладів, котрі надають послуги у сфері догляду, недостатньо.

Розширення мережі догляду формує подвійний ефект для ринку праці. По-перше, зростає пропозиція робочої сили з боку осіб, які раніше виконували неоплачувані сімейні обов'язки. По-друге, створюються робочі місця безпосередньо у сфері соціального обслуговування. Додатковий попит виникає також у транспорті, харчуванні та виробництві спеціалізованих товарів. Отже, бюджетні видатки на доглядову інфраструктуру не обмежуються утриманням соціальних установ, а підтримують зайнятість у взаємопов'язаних видах економічної діяльності. Водночас кадрова спроможність відповідної мережі залежить від умов праці її персоналу. Низька оплата, значне емоційне

навантаження та обмежені можливості професійного розвитку посилюють дефіцит соціальних працівників і доглядальників. За таких обставин побудована установа може не надавати послуги в запланованому обсязі. Інвестиції в матеріальну базу повинні доповнюватися відповідним фінансуванням підготовки кадрів та загальним підвищенням суспільного статусу доглядових професій[2,3].

Для України розвиток такої інфраструктури набуває особливого значення через демографічне старіння і скорочення чисельності працездатного населення, що посилюються територіальною нерівномірністю системи соціального обслуговування. У невеликих громадах утримання окремого закладу не завжди є економічно виправданим. За таких умов доцільним стає поєднання стаціонарних установ із мобільними соціальними службами та міжмуніципальним обслуговуванням, що дозволяє охопити послугами населення кількох територій без надмірного дублювання витрат.

На нашу думку за таких умов основними пріоритетами державного та місцевого регулювання мають стати:

- 1) визначення реальної потреби в послугах на основі демографічної структури громад і даних про економічну неактивність;
- 2) розширення мережі дошкільного, денного та домашнього догляду з урахуванням територіальної доступності;
- 3) часткова компенсація вартості послуг домогосподарствам, для яких вона перевищує можливий приріст трудового доходу;
- 4) узгодження графіків роботи закладів сфери догляду із типовими режимами зайнятості населення;
- 5) підготовка й утримання кваліфікованого персоналу. Така послідовність охоплює основні бар'єри трудової участі – від фізичної відсутності послуги до її фінансової недоступності або незручного режиму надання.

Таким чином, інфраструктура сфери догляду є складовою не тільки соціальної політики, але і самого механізму регулювання пропозиції робочої сили. Її розвиток дозволяє вивільнити часовий ресурс домогосподарств та створює додаткову зайнятість у секторі соціальних послуг. Водночас економічний результат залежить від фактичної, а не формальної доступності послуг з догляду. Тому лише територіальне розширення мережі, прийнятна вартість послуг і належне кадрове забезпечення даної сфери сприятимуть повнішому використанню трудового потенціалу та зменшенню вимушеної економічної неактивності населення.

Список літератури

1. Суровцева І. Ю. «Переоцінка догляду»: виклики сучасної економіки турботи. *Східна Європа: економіка, бізнес та управління*. 2022. №34. С. 191–195.
2. Чалюк Ю. О. Система соціальних послуг як сучасний галузевий тренд: архітектоніка та принципи функціонування. *Стратегічне партнерство в бізнесі: теорія, методологія, практика: монографія* / за заг. ред. М. П. Сагайдака. Київ: КНЕУ, 2024. С. 235–256.

3. Яковенко Р. В. Ринок та ринкове середовище відтворення демографічного аспекту людського потенціалу. *Галицький економічний вісник*. 2020. №62(1). С. 7–20.

РОЗВИТОК КОМУНІКАТИВНИХ ЗДІБНОСТЕЙ МОЛОДШИХ ШКОЛЯРІВ ЗАСОБАМИ ІГРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Здіховська Тетяна Вікторівна,

доцент,

Волинський національний університет імені Лесі Українки

Полинюк Людмила Василівна,

магістр,

Волинський національний університет імені Лесі Українки

Розвиток системи освіти вимагає від педагогічної науки й практики вивчення та впровадження нових методів навчання й виховання дітей. На сучасному етапі все очевиднішим стає те, що традиційна школа, орієнтована на передавання знань, умінь і навичок, не встигає за темпами їх нарощування. А значна частина знань, які освоюють діти, була здобута людством 200-400 років тому. Сучасна школа недостатньо розвиває здібності, необхідні для того, щоб самостійно самовизначитися у світі, приймати обґрунтовані рішення щодо свого майбутнього, бути активними й мобільними суб'єктами на ринку праці. Головними недоліками традиційної системи освіти є породжені нею невміння і небажання дітей вчитися, не сформованість ціннісного ставлення до власного розвитку та освіти.

В процесі тривалого розвитку теорії та практики навчання української мови систему вправ і завдань, спрямованих на засвоєння теоретичного матеріалу, формування мовних та мовленнєвих умінь і навичок учнів та перевірку якості засвоєного, розробляли провідні українські вчені В.Мельничайко, М.Пентилюк, Л.Рожило, О.Савченко та ін. дослідженню дитячого мовлення приділяється увага в працях З. Богуславської, Д.Годовикової, І. Кондратович, Т.Путиловської, М.Лисиної тощо. Однак проблема розвитку та впровадження педагогічних інновацій як передумова формування комунікативних вмінь молодших школярів залишається актуальною.

За характерною для наукової свідомості методологічною інерцією питання психічної природи, джерел і механізмів людської комунікації традиційно зараховують до одного з видів діяльності. При цьому комунікація і як своєрідне психічне явище, і як складний соціально-психічний процес, і як особистісна якість (комунікабельність), як правило, асоціюється діяльністю суб'єктів соціономічних професій (термін Є. О. Климова), у яких професійно значущим є спілкування. Тут людська комунікація зводиться до пояснювальних схем спілкування. Зрозуміло, що останні недостатні для інструментального аналізу психології діяльності навіть для таких фахівців, як учитель, лікар, менеджер, не кажучи вже про професії більш масштабні й наукомісткі, породжені сучасними

тенденціями глобалізації, кардинальними змінами в багатьох сферах взаємодії людей постіндустріального світу.

Індивідуальна комунікабельність (і педагогічна також) формується поступово, у процесі розвитку особистості, зокрема завдяки вибіркового запозиченню досвіду навколишніх, наслідуванню вдалих зразків їхньої комунікативної поведінки, відповідних вчинків, стилю взаємодії, щоб у такий спосіб знайти прийнятні для себе форми участі в комунікативних актах. При цьому найважливішим джерелом є власний досвід спілкування, налагодження комунікативних зв'язків та аналізу процесів їх становлення. Однією з провідних функцій людської комунікації, яка не тільки відповідає наведеним її рисам, але й має свою специфіку, є комунікація педагогічна.

Є підстави педагогічну комунікацію розглядати і з погляду зосереджених у ній функцій управління, регуляції поведінки (наприклад, виховання, учня, підопічного). Їй притаманні педагогічні способи досягнення мети: не стільки завдяки психічному (адміністративно-наказовому) тиску, скільки за допомогою прилучення вихованця до певних ідей, спільного тлумачення інформації, узгодження позицій, а також переконування, сприяння наслідуванню, навіювання, використання так званих психологічних доказів тощо. Таке управління, як бачимо, близьке до педагогічної комунікації: воно вдається до схожих психічних механізмів і набуває деяких форм останньої. Принаймні три з таких форм виразно тяжіють до соціокультурних мотивів педагогічного впливу й мають відповідний зміст. Це певні жанри художніх творів, а також так звана народна й батьківська педагогіка.

Поняття «комунікація» доцільно тлумачити в психолого-педагогічному циклі знань передусім як власне психологічне, що розкриває смисловий аспект будь-якої соціальної взаємодії та спілкування. Досить виразно комунікативний зміст психічних проявів виступає тоді, коли відповідні людські дії усвідомлено зорієнтовано на смислове їх сприймання, хоча ця якість людської поведінки, її соціальна спрямованість тією або іншою мірою пронизує майже кожную соціальну роль особистості, сприяючи становленню останньої.

Діти приходять до школи з ігровим мотивом, сформованим у них до початку навчання в школі. Дорослі засвідчують, що першокласники намагаються сумлінно грати роль учня, ретельно виконувати завдання свого наставника. Психологія рекомендує спиратися на цей наявний мотив. Тому початковою формою навчання мови школярів 6-7 років повинна стати гра з вивчення мови, гра з мовними і мовленнєвими одиницями. Ця рекомендація психологів загальноновизнана й широко впроваджується в практику навчання дітей молодшого шкільного віку. Так, у навчанні шестиліток практикуються різні педагогічні ситуації: навчання Барвінка, Незнайка, виправлення вчителя, який «помиляється», тощо. Психологи підкреслюють, що в грі діти усвідомлюють свої навчальні здобутки та їх суспільну вартість, адже, граючись, вони їх передають іншим. А відтак з'являється потреба в знаннях і вміннях. Це – перший етап розвитку мотиву навчання в процесі гри.

Слід дедалі більше залучати дітей до оцінки комунікативного вміння: створювати ситуації, у яких вони не репродукують розказане чи прочитане вчителем. Новим у цій роботі має стати те, що вчитель закликає дітей висловити своє судження, наприклад, з приводу того, чи зрозуміло розказав казку Миколка. При цьому особливо важливо домогтися від учнів обґрунтування своєї оцінки. Так у молодших школярів виникає оціночне ставлення до свого мовлення, а значить, з'являється потяг до його вдосконалення. А це – навчальний мотив. Так психологи доводять можливість успішного навчання учнів першого класу, вироблення своєрідного педагогічного підходу до вибору прийомів роботи з ними.

Ігрові моменти – один із засобів прищеплення інтересу до предмета. Ігри допомагають учням краще зрозуміти, засвоїти розділи програми. Гра стимулює пізнавальний інтерес. Педагогічне стимулювання й мотивація навчальної діяльності учнів включають у себе формування пізнавального інтересу, що становить вибірккову спрямованість особистості, яка обернена у сферу пізнання, предметного оволодіння знаннями. Це інтерес до глибокого, усвідомленого пізнання. Оскільки пізнавальний інтерес багатогранний, він може виступати: як зовнішній стимул процесу засвоєння, як засіб активізації цього процесу; як мотив пізнання, стикаючись та взаємодіючи при цьому з іншими мотивами[4, с. 57].

Якщо інтерес до предмета не сформований, засвоєння буде відбуватися нижче природних сил учня. Потрібно постійно стимулювати пізнавальні інтереси. Основні напрямки впливу: за допомогою змісту матеріалу, що вивчається, та внаслідок організації пізнавальної діяльності (введення ігор у навчально-виховний процес).

Одним із принципів навчання є позитивне емоційне навчання. Емоційна сторона процесу навчання ще недостатньо розроблена в методичній літературі, не завжди використовуються можливості, які пропонує педагогам сучасна дидактика. Серед мотивів, які сприяють активізації пізнавальної діяльності учнів і підвищенню емоційного рівня засвоєння знань, широко використовуються дидактичні ігри.

Бажання грати, прагнення до діяльності властиві кожному учневі. У грі учні вчаться логічно висловлювати свої думки, послідовно діяти, бути спостережливими, знаходити своїм спостереженням образний вислів. Чим діяльніша поведінка гравця, тим довша гра, тим більше приносить вона радості, тим глибше учень розуміє соціальну сутність діяльності та стосунків людей. Застосування ігор забезпечує єдність формування понять, поєднує це з інтелектуальним розвитком та вихованням учнів, сприяє підвищенню ефективності навчання.

Гра не лише створює позитивні емоції, а й сама потребує попереднього емоційного настрою учнів. Його можна створити штучно, наприклад, жартом. Якщо учні стомилися, пропозиція взяти участь у грі може викликати в них негативну реакцію.

Для успішного здійснення початкового етапу спілкування в процесі гри педагогу необхідно володіти комплексом комунікативних умінь, які сприяють

налагодженню ефективної взаємодії з учнями. Одним із найважливіших є вміння встановлювати та постійно підтримувати зворотний зв'язок у спілкуванні, своєчасно реагуючи на дії, висловлювання та емоційні прояви учасників гри. Така взаємодія дає змогу створити атмосферу невимушеності, зацікавленості та постійної творчої активності. Учитель повинен уміти спрямовувати спілкування так, щоб кожен учень мав можливість проявити ініціативу, висловити власну думку та активно долучитися до ігрового процесу. Важливе значення має також оволодіння педагогом методикою проведення різних видів навчальних ігор та прийомами їх доцільного використання на уроці. Тому вчителю необхідно постійно вдосконалювати навички організації ігрової діяльності, враховуючи мету заняття, вікові особливості учнів і конкретні педагогічні завдання.

Не можна розраховувати на стихійний інтерес до гри. Перше завдання, що стоїть перед учителем, – викликати інтерес до гри, бажання грати. Друге – спрямувати гру в потрібний напрямок, наблизити її до конкретної мети навчання. Добирати і розробляти дидактичні ігри, слід враховувати, що темп і ефективність засвоєння змісту навчання пропорційне інтересам учнів і діяльності, яку вони виконують. Знання починаються з чуттєвого сприйняття, з допомогою уявлень переходять у пам'ять, а потім через узагальнення одиничного формується розуміння загального.

Діяльність учнів буде успішною, якщо модель дій, яку необхідно виконати, випереджує саму діяльність. На стійкість уваги впливає спрямованість особистості, її інтереси. Необхідно максимально активізувати асоціативну пам'ять і творчий розвиток особистості. Організація та проведення ігор потребують великої майстерності. Педагогу потрібно виробити чітку стратегію керівництва груповим спілкуванням.

Добираючи ігри, необхідно поєднувати два аспекти: *пізнавальний* та *ігровий*. Створюючи ігрову ситуацію відповідно до змісту програми, педагог повинен чітко спланувати діяльність учнів, спрямувати її на досягнення поставленої мети. Коли визначено завдання, учитель надає йому ігрового змісту, окреслюючи ігрові дії. Ігровий зміст спонукає учнів до гри. А коли виникає особиста зацікавленість, то з'являються й активність, і творчі думки, і дії, хвилювання за себе, команду, увесь колектив.

Правильно організована навчальна діяльність пізнавально-пошукового типу з використанням ігор на заняттях, продумане керівництво нею з боку педагога викликає в учнів інтерес до навчального процесу, розвиває активність і самостійність, сприяє розвитку комунікативних умінь.

Початкова освіта як складова частина загальної середньої освіти спрямована на всебічний розвиток молодших школярів та повноцінне оволодіння ними всіма компонентами навчальної діяльності. Освітня галузь «Мова і література» передбачає опанування молодшими школярами української мови як засобу спілкування та пізнання. Основною змістовою лінією мовної освіти початковій ланці загальної школи є мовленнєва (комунікативна), яка передбачає формування та розвиток умінь слухати й розуміти, говорити, читати та писати.

Основна мета курсу української мови — забезпечити розвиток, удосконалення умінь та навичок усного мовлення. Вивчення рідної мови вже в початкових класах створює значні можливості для розвитку соціальних навичок учнів, насамперед — уміння спільно працювати в парах, в невеличких групах. Необхідно виховувати в дітей самоповагу й повагу до інших, уміння дати оцінку роботі інших або висловити з цього приводу критичні зауваження, змінити свою думку у разі переконливих аргументів інших учасників спільної роботи.

Комунікативна змістова лінія, яка є основою, передбачає розвиток усного й писемного мовлення учнів, їхнє вміння користуватися мовою як засобом спілкування, пізнання, впливу. З цією метою розвиваються, удосконалюються усні види мовленнєвої діяльності, якими учні певною мірою оволоділи в дошкільному віці (слухання-розуміння, діалогічне, монологічне мовлення). Уроки української мови надають великі можливості для ознайомлення учнів із найважливішими правилами усного та писемного мовлення й спілкування, практичного засвоєння формул ввічливості, які виховують мовну культуру, інтелігентність [2, с. 11].

Кожна дитина з раннього дитинства, наслідуючи дорослих, самостійно оволодіває рідною мовою й уже до навчання в школі добре розуміє оточуючих, може відповідати на посильні запитання, уміє висловлювати нескладні думки. На уроках мови учні збагачують свій словниковий запас, набувають умінь добирати найбільш влучні слова, використовувати синоніми, антоніми, фразеологізми, практикуються в побудові значно складніших синтаксичних конструкцій, ніж ті, що трапляються в побутовому мовленні.

Невід'ємною складовою комунікативної компетентності молодших школярів є розвинене діалогічне мовлення, яке передбачає не тільки збагачення словникового запасу учнів формами мовного етикету, синонімами, антонімами, образними словами тощо, але й уміння варіювати інтонацією відповідно до мовленнєвої ситуації.

З метою розвитку діалогічного мовлення широко використовують роботу в парах і невеличких групах, яка дає можливість висловитись більшості учнів класу. При цьому необхідно прищеплювати школярам культуру спілкування, яка виявляється не тільки в доречному використанні формул мовленнєвого етикету, але й в умінні уважно слухати співрозмовника, призупиняти своє мовлення, щоб дати можливість висловитися іншому, погоджувати свої репліки з тим, що сказав співрозмовник, в умінні сказати йому добре слово, висловити критичне зауваження в такій формі, щоб нікого не образити.

В останні роки в початковій школі все частіше практикується використання інтерактивних технологій навчання. Перш ніж перейти до ґрунтовного їх аналізу з'ясуємо загальну суть інтерактивного навчання.

Суть інтерактивного навчання полягає в тому, що навчальний процес відбувається за умови постійної активної взаємодії всіх учнів. Це співнавчання, взаємонавчання, де й учень, і вчитель є рівноправними, рівнозначними суб'єктами навчання. Організація інтерактивного навчання передбачає моделювання життєвих ситуацій, використання рольових ігор, спільне

вирішення проблеми на основі аналізу обставин та відповідної ситуації. Воно ефективно сприяє формуванню навичок і вмінь, виробленню цінностей, створенню атмосфери співробітництва, взаємодії, дає змогу педагогу стати справжнім лідером дитячого колективу. Інтерактивна взаємодія виключає як домінування одного учасника навчального процесу над іншим, так і однієї думки над іншою. Під час інтерактивного навчання учні вчаться бути демократичними, спілкуватися з іншими людьми, критично мислити, приймати продумані рішення.

Для зміцнення контролю за ходом процесу навчання за умов використання інтерактивної моделі навчання вчителів необхідно попередньо:

- глибоко вивчити й продумати матеріал, у тому числі додатковий;
- старанно спланувати й розробити заняття: визначити ролі учасників, підготувати питання й можливі відповіді, виробити критерії оцінювання ефективності завдання;
- мотивувати діяльність учнів шляхом добору найцікавіших для них завдань, налаштувати їх на роботу, підтримувати дисципліну, необхідну для продуктивної роботи аудиторії.

У школяра наявні дві важливі потреби — потреба до постійного зростання й потреба бути в безпеці. Один із найважливіших способів досягнення безпеки — це поєднання з іншими людьми, залучення до групи. Почуття групової належності дає учням змогу подолати труднощі, які постають на їхньому шляху. Коли діти навчаються разом з іншими, вони відчувають істотну емоційну та інтелектуальну підтримку, яка дає можливість вийти далеко за рамки їхнього нинішнього рівня знань і вмінь. Невимушена обстановка в малій групі сприяє розвитку в сором'язливих учнів навичок міжособистісного спілкування. Технологія особливо ефективна на початкових етапах навчання. Її можна використовувати для досягнення будь-якої дидактичної мети: засвоєння, закріплення, перевірки знань тощо.

Аналіз вправ і завдань з української мови дає підставу стверджувати, що майже всі вони можуть виконуватися в парах змінного складу, що є, на наш погляд, найбільш ефективним. З кожного навчального предмета потрібно знайти розумне співвідношення колективної та індивідуальної роботи як під час вивчення теорії, так і в процесі практичної діяльності. Відомо, що розвиток мовлення учнів відбувається в процесі активної мовленнєвої діяльності. Як неможливо навчитися плавати, сидячи на березі, так само не можна оволодіти мовленнєвими навичками без відповідної практики. Активна мовленнєва діяльність безпосередньо пов'язана з потребою розповісти про свої враження, спостереження, почуття, переживання, думки. А така потреба виникає і складається тоді, коли життя дитини сповнене різноманітних вражень, багате духовно й емоційно. При цьому необхідною умовою реалізації такої потреби в класі є атмосфера щирого, дружнього спілкування, зацікавленого ставлення до кожного. Отже, вчити дитину говорити — це вчити її бачити й спостерігати, думати й почувати, тобто розширювати життєвий досвід [3, с. 97].

Кооперативна (групова) навчальна діяльність — це форма (модель) організації навчання в малих групах учнів, об'єднаних спільною навчальною метою. За такої організації навчання вчитель керує роботою кожного учня опосередковано, через завдання, якими він спрямовує діяльність групи. Кооперативне навчання відкриває для учнів можливості співпраці зі своїми ровесниками, дає змогу реалізувати природне прагнення кожної людини до спілкування, сприяє досягненню учнями вищих результатів засвоєння знань і формування вмінь. Така модель легко й ефективно поєднується з традиційними формами та методами навчання й може застосовуватися на різних етапах навчання.

До групового (кооперативного) навчання можна віднести: роботу в парах, ротаційні трійки, "Два — чотири — всі разом", "Карусель", роботу в малих групах, "Акваріум".

Під час роботи в парах можна виконувати такі вправи: обговорити завдання, короткий текст; взяти інтерв'ю, визначити ставлення (думку) партнера до того чи іншого питання, твердження і т.д.; зробити критичний аналіз роботи один одного; сформулювати підсумок теми, що вивчається, тощо [1, с. 190].

До фронтальних технологій інтерактивного навчання відносять такі, що передбачають одночасну спільну роботу всього класу. Це — обговорення проблеми в спільному колі (її застосовують з іншими технологіями); "Мікрофон" (надається змога кожному сказати щось швидко, по черзі, висловити свою думку чи позицію), незакінчені речення (поєднується з вправою "Мікрофон"); "Мозковий штурм" (відома інтерактивна технологія колективного обговорення, широко використовується для прийняття кількох рішень із конкретної проблеми); "Навчаючи — вчуся", "Дерево рішень" та ін.

До технологій інтерактивного навчання в грі відносяться імітації, рольові ігри, драматизація.

Учасники навчального процесу, за ігровою моделлю, перебувають в інших умовах, ніж у традиційному навчанні. Учні надають максимальну свободу інтелектуальної діяльності, що обмежується лише конкретними правилами гри. Учні самі обирають свою роль у грі: висувуючи припущення про ймовірний розвиток подій, створюють проблемну ситуацію, шукають шляхи її вирішення, покладаючи на себе відповідальність за обране рішення. Вчитель в ігровій моделі — інструктор (ознайомлення з правилами гри, консультації під час її проведення), суддя-рефері (коригування й поради стосовно розподілу ролей), тренер (підказки учням з метою прискорення проведення гри), головуючий, ведучий (організатор обговорення).

Важливо, коли складовою рольової гри є *дискусія*. Технології навчання в дискусії — важливий засіб пізнавальної діяльності учнів у процесі навчання, бо дискусія — широке публічне обговорення спірного питання. Вона сприяє розвитку критичного мислення, дає змогу визначити власну позицію, формує навички відстоювання своєї особистої думки, поглиблює знання з даної проблеми. Такі технології досить цікаві для сучасної школи. До них відносять:

"Метод ПРЕС", "Обери позицію", "Зміни позицію", "Безперервна шкала думок", "Дискусія", "Дискусія в стилі телевізійного ток-шоу", "Дебати".

Таким чином, з'ясувавши теоретичний стан проблеми нашого дослідження та узагальнивши основні наукові підходи до її розуміння, ми сформуваємо необхідне підґрунтя для подальшої роботи. Проведений теоретичний аналіз дав змогу визначити ключові поняття, основні напрями дослідження та особливості порушеної проблематики. На основі отриманих теоретичних результатів ми одержали можливість перейти до практичного аспекту дипломної роботи та безпосереднього дослідження визначеної проблеми.

Список літератури

1. Богданець-Білокаленко Н., Фідкевич О. Використання мультимедіа у процесі формування комунікативної компетентності на уроках української мови у початковій школі. *Український педагогічний журнал*. 2024. № 2. С. 188-197.

2. Вержиховська О., Галецька Ю., Бойченко А. Особливості розвитку навичок комунікації у молодших школярів з порушеннями інтелекту. *Актуальні питання корекційної освіти (педагогічні науки)*. 2024. № 24. С. 5-18.

3. Гудима Н. LEGO-технології як активний інструмент у формуванні читацької компетентності молодших школярів на уроках літературного читання. *Acta Paedagogica Volyniensis*. 2025. № 5. С. 87-98.

4. Копосов П.Г. Нова українська школа: дидактичні особливості організації навчально-ігрової діяльності учнів 1-2 класів : навчально-методичний посібник. Харків: Видавництво «Фабула», 2021. 160 с.

ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИМИ РИЗИКАМИ НА ЛІСОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВАХ УКРАЇНИ

Ковтун Тетяна Ігорівна

к. с.-г. н., доцент кафедри лісового та садово-паркового господарства
Поліський національний університет

Бабич Наталія Олексіївна

здобувачка вищої освіти
Поліський національний університет

Актуальність. Лісогосподарська галузь України належить до секторів економіки з високим рівнем виробничого травматизму, обумовленим складними виробничими умовами, роботами з важкою технікою та ручними різальними інструментами. Крім того, з початком війни працівники галузі піддаються дії додаткових ризиків, пов'язаних із необхідністю проведення робіт на територіях, які зазнали впливу ведення бойових дій [1]. Перехід до європейської моделі безпеки та гігієни праці вимагає зміни підходів від пасивного реагування на виробничі травми до створення системи превентивного керування професійними ризиками на кожному робочому місці.

Метою дослідження був аналіз основних етапів формування системи управління професійними ризиками на лісогосподарських підприємствах України протягом 2023-2026 років. В якості вихідних даних використовували матеріали, розміщені на офіційних інтернет сайтах лісогосподарських підприємств.

Результати дослідження. Формування сучасної системи управління ризиками на лісогосподарських підприємствах ґрунтується на базовому законодавстві України з питань охорони праці, а також на міжнародних та національних стандартах (ДСТУ ISO 31000:2018 «Менеджмент ризиків. Принципи та настанови» [2] та ДСТУ ISO 45001:2019 «Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці» [3]). Варто відмітити, що необхідність запровадження системи управління професійними ризиками обумовлена також необхідністю отримання лісогосподарськими підприємствами сертифікатів міжнародних організацій, які засвідчують соціально відповідальне ведення лісового господарства. Створення подібної системи є обов'язковою умовою успішної сертифікації.

Формування системи управління виробничими ризиками на підприємстві розпочинається із розробки та затвердження власних нормативних актів, що ґрунтуються на основних положеннях національного та міжнародного законодавства з цих питань. Так, у 2026 році на підприємствах лісової галузі введено в дію Порядок організації роботи координатора з питань безпеки праці,

який визначає, що одним із напрямів роботи координатора є здійснення постійного моніторингу професійних ризиків, які виникають під час виконання робіт. Крім того, розроблена Процедура з безпеки під час виконання робіт та надання послуг підрядними та супідрядними організаціями на лісогосподарських підприємствах. Згадані нормативні документи визначають повноваження всіх сторін, зацікавлених у зниженні ризиків та запобіганні виробничим травмам під час виконання основних лісогосподарських робіт.

Основні етапи оцінки професійних ризиків, запроваджені на лісогосподарських підприємствах (рис.1), мають свої особливості.

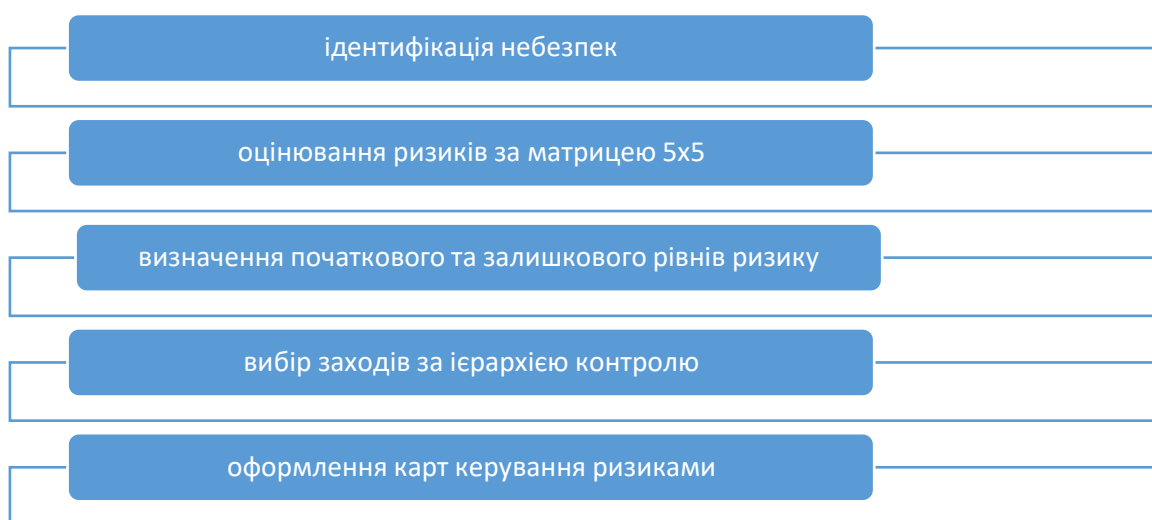


Рисунок 1. Основні етапи оцінки професійних ризиків на лісогосподарських підприємствах України
Джерело рисунка: розроблено авторами

Так, специфіка ідентифікації небезпек полягає у мобільності та територіальній розсіяності персоналу (майстрів лісу, вальників лісу тощо). Це ускладнює постійний нагляд і вимагає високої самоорганізації працівників. Крім того, виконання основних лісогосподарських робіт пов'язано з виникненням специфічних виробничих ризиків: падінням завислих та гнилих дерев, роботою з бензопилами в умовах крутосхилів, експлуатацією лісозаготівельної техніки в умовах бездоріжжя, впливом погодних та біологічних факторів.

Успішне впровадження системи управління професійними ризиками у практичну діяльність лісогосподарських підприємств можна поділити на наступні організаційно-методичні етапи:

- ☐ інтеграція оцінки ризиків у технологічні карти на розробку лісосік до початку робіт;
- ☐ проведення цільових інструктажів безпосередньо на місцях рубок;
- ☐ поширення вимог системи управління професійними ризиками на підрядні організації, які виконують лісозаготівельні роботи.

Важливо відмітити, що для ефективного запровадження системи управління професійними ризиками слід враховувати деякі фінансово-економічні аспекти. Так, цільові кошти, які щорічно виділяються на заходи з охорони праці [4], необхідно спрямовувати на превентивні заходи, на пріоритетне інвестування в технічну модернізацію, на забезпечення працівників сучасними засобами індивідуального захисту.

Отже, успішне впровадження системи керування професійними ризиками на підприємствах лісової галузі України дозволить суттєво знизити рівень виробничого травматизму та підвищити соціальну захищеність працівників.

Список літератури

1. Ковтун Т.І., Корун М.В. Особливості виробничого травматизму на підприємствах лісової галузі України в умовах воєнного стану. *Theoretical and practical aspects of the development of science and education*: матеріали IX Міжнародної науково-практичної конференції, 05-08 березня 2024 р., Прага, Чехія. Прага, 2024. С.14-16. URL.: [https:// DOI – 10.46299/ISG.2024.1.9](https://doi.org/10.46299/ISG.2024.1.9)
2. ДСТУ ISO 31000:2018 «Менеджмент ризиків. Принципи та настанови». URL:https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_iso_31000_2018.pdf
3. ДСТУ ISO 45001:2019 «Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці». URL: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_iso_45001_2019.pdf
4. Ковтун Т.І., Бабич Ю.О., Сторожук Б.В. Тенденції фінансування охорони праці на лісогосподарських підприємствах України. *Виклики сьогодення та наслідки Чорнобильської катастрофи. Екологія. Наука. Практика-2026*: матеріали XXII Всеукраїнської науково-практичної конференції (23 квітня 2026 року, м. Житомир). Житомир, 2026. С. 27-28.

SUSTAINABLE TOURISM AS A FACTOR OF SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF REGIONS IN UZBEKISTAN

Yarashev Jakhongir

Teacher at 11-School with in-depth study of certain subjects,
Navoi, Uzbekistan

Abstract. The development of sustainable tourism is becoming increasingly important for regions seeking to diversify their economies while preserving natural and cultural resources. Uzbekistan possesses substantial cultural, historical, natural and recreational tourism potential, but the intensity and structure of tourism development differ significantly among regions. This study examines tourism as a factor of socio-economic development from the perspective of socio-economic geography. Particular attention is given to the territorial distribution of tourism resources, transport accessibility, accommodation infrastructure, employment opportunities and the capacity of tourism to stimulate local economic activity. A territorial-differentiation framework is proposed for identifying regions with different levels of tourism development and potential. The study argues that sustainable tourism planning should integrate economic, social, environmental and spatial dimensions rather than concentrating tourism activity exclusively in established destinations. Such an approach can contribute to more balanced regional development and strengthen the role of tourism in the diversification of local economies.

Keywords: sustainable tourism, socio-economic geography, regional development, territorial differentiation, tourism infrastructure, Uzbekistan, spatial planning.

Introduction. Tourism is an important component of the modern service economy and increasingly influences regional employment, investment, infrastructure development and the diversification of local economic structures. Uzbekistan has favourable conditions for tourism because of its historical cities, cultural heritage, natural landscapes and geographical position within Central Asia.

Nevertheless, tourism development is spatially uneven. Some territories have highly concentrated cultural heritage resources and well-developed tourism infrastructure, while other regions possess considerable natural or cultural potential but receive comparatively fewer visitors. This territorial differentiation represents an important research problem for socio-economic geography. The objective of this study is to examine the geographical role of tourism in regional socio-economic development and identify the principal factors determining differences in tourism development among territories.

Materials and Methods. The research is based on a territorial approach to tourism development. The following groups of indicators can be used for comparative regional analysis:



Figure 1. Sustainable Tourism Development indicators

Source: Gemini AI Plus with author's concept

$$ITDI = \sum_{i=1}^n w_i X_i$$

where, ITDI_j— Integrated Tourism Development Index for territorial unit (j);

Z_{ij} — normalized value of the (i)-th tourism-development indicator for territorial unit (j);

w_i — weight assigned to the (i)-th indicator;

n — total number of indicators.

Results and Discussion. The geographical analysis indicates that tourism development is influenced by the interaction of several spatial factors rather than by tourism resources alone. *The first factor* is the concentration of tourism attractions. Historical cities with a large number of cultural heritage sites can generate strong tourism demand and develop specialized service economies.

The second factor is transport accessibility. Regions connected to major national and international transport corridors have greater opportunities to attract visitors and integrate into multi-destination tourist routes.

The third factor is tourism infrastructure. Accommodation capacity, catering facilities, information services and recreational infrastructure determine the ability of a territory to transform tourism potential into actual tourist activity.

The fourth factor is local socio-economic integration. Tourism has a greater regional-development effect when local communities participate in accommodation, transport, food services, handicrafts, cultural activities and other tourism-related economic activities.

The fifth factor is environmental carrying capacity. Rapid tourism growth may increase pressure on water resources, waste-management systems, landscapes and

cultural heritage. Consequently, the geographical planning of tourism must consider not only economic potential but also the environmental limits of individual destinations.

From a regional-development perspective, territories can be differentiated according to their tourism characteristics:

Table 1

Territorial Tourism Characteristics

Territorial type	Main characteristics	Development direction
Major cultural centres	High concentration of heritage resources and tourist services	Cultural and international tourism
Emerging tourism centres	Significant resources but developing infrastructure	Infrastructure and destination development
Natural-recreational territories	High landscape and ecological potential	Ecotourism and nature-based tourism
Transit territories	Advantageous geographical and transport position	Tourist corridors and stopover tourism
Peripheral territories	Lower accessibility but potentially distinctive resources	Community-based and specialized tourism

Such differentiation is important because a single tourism-development strategy cannot be equally effective in all territories. Regional tourism policy should reflect the resource structure, accessibility, infrastructure capacity and environmental sensitivity of individual regions.

Conclusion. Tourism can serve as an important mechanism for socio-economic diversification and territorial development in Uzbekistan. However, the geographical distribution of tourism resources, infrastructure and accessibility produces significant spatial differentiation among regions. The sustainable development of tourism requires an integrated territorial approach combining economic, social, infrastructural and environmental dimensions. GIS and composite-index methods can be used to identify tourism-development disparities and support evidence-based regional planning.

A geographically differentiated tourism strategy should focus on strengthening established cultural centres while simultaneously developing emerging, natural-recreational, transit and peripheral tourism territories. This can contribute to a more balanced distribution of tourism-related economic activity and increase the role of tourism in sustainable regional development.

Future research should incorporate official tourism-flow statistics, accommodation capacity, tourist expenditure, employment, accessibility indicators and environmental carrying-capacity measures to develop a more comprehensive spatial model of sustainable tourism development in Uzbekistan.

References

1. Nardo, M., Saisana, M., Saltelli, A., Tarantola, S., Hoffmann, A., & Giovannini, E. (2008). Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide. OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/9789264043466-en>

2. OECD, European Union, & European Commission, Joint Research Centre. (2008). *Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide*. OECD Publishing, Paris. The handbook provides methodological guidance on normalization, weighting, aggregation and robustness analysis for composite indicators.

3. Nardo, M., Saisana, M., Saltelli, A., Tarantola, S., Hoffmann, A., & Giovannini, E. (2005). "Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide." OECD Statistics Working Papers, No. 2005/03. <https://doi.org/10.1787/533411815016>

4. UNWTO. (2013). *Sustainable Tourism for Development Guidebook*. World Tourism Organization, Madrid. The guidebook emphasizes the economic, social, cultural and environmental dimensions of sustainable tourism development.

SPATIAL ACCESSIBILITY AND TERRITORIAL DIFFERENTIATION OF CULTURAL HERITAGE TOURISM IN CENTRAL UZBEKISTAN

Yarashev Jakhongir

Teacher at 11-School with in-depth study of certain subjects,
Navoi, Uzbekistan

Abstract. Cultural heritage tourism represents an important component of the socio-economic development of Uzbekistan and contributes to the diversification of regional economies, employment generation, and strengthening of interregional linkages. However, the spatial distribution of cultural heritage resources and tourist flows is characterized by considerable territorial differentiation. This study examines the spatial accessibility of major cultural heritage tourism destinations in Central Uzbekistan, with particular attention to the Bukhara–Navoi–Samarkand corridor. A geographical approach is applied to identify differences in tourism potential, accessibility, population concentration, and the location of cultural heritage sites. The analysis demonstrates that geographical proximity, population size, transport connectivity, and the concentration of attractions jointly influence the formation of tourism flows. The results provide a geographical basis for improving interregional tourism routes and strengthening the integration of cultural heritage destinations within Central Uzbekistan.

Keywords: tourism geography, cultural heritage, spatial accessibility, territorial differentiation, tourism flows, GIS, Central Uzbekistan.

Introduction. Tourism is increasingly recognized as an important factor in regional socio-economic development. In Uzbekistan, the concentration of historically significant cities and cultural heritage sites creates substantial opportunities for the development of domestic and international tourism. Bukhara, Samarkand and other destinations form a major cultural-tourism axis, while Navoi Region has an important geographical position between these established tourism centres.

From the perspective of socio-economic geography, tourism development cannot be considered only through the number of attractions. The spatial relationship between population centres, tourism resources, transport networks and distances between destinations is also important. Therefore, the assessment of accessibility and territorial differentiation can provide useful information for tourism planning and regional development.

Materials and Methods. The research applies a geographical and spatial-analytical approach. Three major urban tourism centres of Central Uzbekistan—Bukhara, Navoi and Samarkand—are considered as interconnected nodes of a regional tourism system.

The analysis incorporates:

- a) population size of major urban centres;

- b) number and concentration of cultural heritage sites;
- c) intercity road distances;
- d) geographical accessibility;
- e) potential tourism attraction;
- f) spatial relationships between tourism centres.

A gravity-based approach can be used to estimate potential interaction between tourism centres:

$$T_{ij} = \frac{P_i + A_j}{D_{ij}^\beta} \quad (1);$$

where T_{ij} — potential tourism interaction or attractiveness flow from origin (i) to destination (j);

P_i — population or potential tourist-generating capacity of the origin location (i);

A_j — tourism attractiveness of destination (j), expressed through the number, quality, or weighted value of tourism attractions;

D_{ij} — geographical or transport distance between (i) and (j);

β — distance-decay parameter, reflecting the sensitivity of tourism interaction to increasing distance.

For the comparative analysis, population, tourism-resource concentration and road-distance indicators are integrated into a spatial framework. GIS can subsequently be used to visualize accessibility zones and identify potential tourism corridors.

Results and Discussion. The Bukhara–Navoi–Samarkand corridor demonstrates a differentiated spatial structure of tourism resources and accessibility. Bukhara and Samarkand function as major cultural heritage centres, whereas Navoi occupies an intermediate geographical position and can perform an important connecting function between the two established destinations.

The geographical structure of the three centres can be summarized as follows:

Table 1

Some statistics about the region

Indicator	Bukhara	Navoi	Samarkand
Population, million	1.98	1.07	4.00
Cultural heritage/tourism sites	39	6	31
Tourism attractiveness index	8.7	5.3	9.7
Bukhara–Navoi distance, km	95	95	—
Navoi–Samarkand distance, km	—	185	185

The relatively short distance between Bukhara and Navoi creates favourable conditions for combined tourism itineraries. Navoi's intermediate position may allow

it to function as a transit and complementary tourism destination rather than remaining isolated from the main cultural-tourism flows.

The gravity model also indicates differences in potential interaction among the three centres. Estimated interaction values demonstrate that geographical distance substantially affects potential tourism exchange. Consequently, the development of integrated routes connecting Bukhara, Navoi and Samarkand may increase the functional cohesion of the regional tourism system.

An important geographical implication is that tourism development should not be based exclusively on individual destination promotion. Instead, neighbouring tourism centres can be organized into interconnected territorial systems. Such an approach allows tourists to combine several destinations during a single trip and can distribute tourism-related economic benefits across a larger territory.

Conclusion. The study demonstrates that the tourism potential of Central Uzbekistan is characterized by pronounced territorial differentiation. Bukhara and Samarkand possess high concentrations of cultural heritage resources, while Navoi has an advantageous intermediate geographical position.

Spatial accessibility, transport distance, population concentration and tourism-resource availability jointly determine the potential interaction between tourism centres. From the perspective of socio-economic geography, the Bukhara–Navoi–Samarkand corridor can therefore be considered as an integrated regional tourism system.

The application of GIS and gravity modelling provides an appropriate methodological basis for identifying tourism corridors, assessing accessibility and supporting territorial tourism planning. Further research should incorporate actual tourist-flow statistics, travel time, transport costs, accommodation capacity and seasonal fluctuations to improve the accuracy of tourism-flow modelling.

References

1. Reilly, W. J. (1931). *The Law of Retail Gravitation*. New York: Knickerbocker Press.
2. Stewart, J. Q. (1948). Demographic gravitation: Evidence and application. *Sociometry*, 11(1/2), 31–58.
3. Isard, W. (1954). Location theory and trade theory: Short-run analysis. *The Quarterly Journal of Economics*, 68(2), 305–320.
4. Wilson, A. G. (1970). *Entropy in Urban and Regional Modelling*. London: Pion.
5. Fotheringham, A. S. (1981). Spatial structure and distance-decay parameters. *Annals of the Association of American Geographers*, 71(3), 425–436.
6. Fotheringham, A. S., & O'Kelly, M. E. (1989). *Spatial Interaction Models: Formulations and Applications*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
7. McKercher, B., & Lew, A. A. (2004). Tourist flows and the spatial distribution of tourists. In A. A. Lew, C. M. Hall, & A. M. Williams (Eds.), *A Companion to Tourism* (pp. 36–48). Oxford: Blackwell.
8. Yang, Y., Wong, K. K. F., & Zhang, J. (2012). A model of tourism movements between destinations: A case study of China. *Tourism Management*, 33(1), 46–55.

9. Yang, Y., Wong, K. K. F., & Zhang, J. (2014). The influence of urbanization on tourist flows: A gravity model approach. *Tourism Management*, 41, 1–12.
10. Shaw, G., & Williams, A. M. (2004). *Tourism and Tourism Spaces*. London: SAGE.

POSSIBILITIES AND LIMITATIONS OF USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN THE ANALYSIS OF HISTORICAL DATA

**Zhanuzakova Elmira Kairatkyzy,
Shamshidenova Fakiya**

Master's student; Candidate of Historical Sciences, Associate Professor;
Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

Recent scholarship shows that artificial intelligence is increasingly used as a supporting instrument for working with large collections of historical texts. Jacob et al. (2025) discuss the use of OCR and natural language processing in historical text analysis and emphasize both the opportunities for large-scale processing and the risks created by recognition errors, historical language variation, bias, and loss of context. A major international example is Ithaca, developed by Assael et al. (2022) for ancient Greek inscriptions. The model combines textual restoration with geographical and chronological attribution; importantly, the study demonstrated that the strongest results emerged from cooperation between the computational model and historians rather than from automated prediction alone. More recently, Assael et al. (2025) introduced Aeneas for contextualizing Latin inscriptions through the retrieval of textual and contextual parallels, restoration, and attribution. These studies show that AI-assisted historical research is developing beyond basic text recognition toward contextual comparison and decision support. For the Kazakhstan context, Zhappsov et al. (2016) demonstrate the importance of classifying written historical sources according to their form, content, social function, language, region, and type. Taken together, these approaches suggest that automated analysis should be integrated with traditional source criticism rather than treated as an independent substitute for historical interpretation.

This work is a literature-based analytical review; the author did not conduct an experiment on a private archival corpus. The main comparative study is Jacob et al.'s (2025) work on applying AI to historical texts. For the Kazakhstani archival context, the study by Zhappsov et al. (2016) was considered. As a supplement, the official descriptions of digital tools and journalistic materials about historical archives were used to explain the context of technology application. The analysis was conducted according to four dimensions: data preparation, automatic analysis, results reliability, and researcher responsibility.

Manuscripts, periodicals, and official documents must first be captured as high-quality images and provided with metadata. Optical Character Recognition (OCR) is generally used for printed text, while HTR methods are used for handwritten and other challenging historical scripts. Jacob et al. (2025) note that old fonts, damaged pages, and non-standard spelling in historical documents can reduce recognition quality. This issue is particularly relevant to Kazakhstan's historical press. Momynova (2022), for example, examines the orthographic and punctuation features of the Qazaq newspaper

(1913–1918), which used the early twentieth-century Kazakh Arabic-based writing system. Such script and orthographic variation may create additional difficulties for automated recognition. The recognized text must therefore be compared with the original image before being sent for automatic analysis. The shift across Arabic-based, Latin, and Cyrillic scripts in Kazakhstan’s written heritage makes the creation of separately validated test corpora especially important.

Natural Language Processing (NLP) enables the identification of proper names, geographical names, and time markers in historical texts, as well as the clustering of topics. Such methods help provide an initial overview of a large text corpus, but an automatically identified name does not always represent an actual historical figure (Jacob et al., 2025). For example, different transcriptions of the same person may be recognized as several separate entities. Therefore, the results of automated analysis must be verified against the historical source and interpreted within its context.

The first limitation is the quality of the input data. OCR errors propagate to subsequent name recognition and thematic analysis results. The second limitation is historical language and context: a model trained on modern language may misinterpret archaic word usage, administrative titles, or connotations. The third issue is corpus imbalance: the digitized material itself is not the complete set of preserved records. The fourth issue is the risk of a generative model constructing unverified citations, dates, or bibliographic entries. Jacob and colleagues (2025) argue that automated analysis should complement, rather than replace, historical interpretation. Therefore, every conclusion must be linked to a specific archival unit, page, and original source.

Domestic approaches to classifying the written heritage of Kazakhstan by language, region, and data type can serve as a methodological guide for building a digital corpus (Zhappsov et al., 2016). Early twentieth-century Kazakh periodicals provide concrete material for future AI-assisted analysis. One example is the article “Qazaqsha oqu jaiynan” published in the Qazaq newspaper, No. 14, on 16 May 1913 (p. 139). Another example is the introductory text of the first issue of Aiqap journal, No. 1, dated 10 January 1911 (p. 9). These sources contain historical vocabulary, names, geographical references, dates, and period-specific linguistic features. In future experimental work, digitized pages of these publications could be processed using OCR/HTR and compared with manually verified transcriptions. NLP methods could then be tested for identifying personal names, geographical locations, dates, and recurring concepts. Such an experiment would make it possible to evaluate not only recognition accuracy but also errors caused by historical orthography, vocabulary, and context. This remains a proposed direction for future research rather than a result of the present literature-based study.

The value of digital methods lies not in replacing every stage of historical research, but in streamlining repetitive operations. Automated search can suggest new research questions; however, frequency does not directly measure the historical significance of a social phenomenon. The availability of tools, access to the source, the archive’s digitization policy, and the explicability of the algorithm affect the reproducibility of the research results.

A literature review has shown that AI can support the tasks of digitizing historical data, initial structuring, name identification, and surveying large text collections. The main limitations are related to data quality, the peculiarities of the historical language, algorithmic errors, and loss of context. For multilingual data in Kazakh history, it is important to preserve the original document, verify the recognized text, and have the researcher themselves provide the historical explanation. In the future, these findings need to be experimentally tested on a small archival corpus.

References

1. Zhappsov, Zh. E., Tasylova, N. A., & Ibragimova, M. N. (2016). Classification of medieval written sources on the history of Kazakhstan. *KazNU Herald. History Series*, 2(81), 42–49.
2. Jacob, U. H., Amiara, S. A., Mbam, N. M., & Nwome, F. (2025). Artificial intelligence in historical text analysis: Challenges and opportunities. *African Journal of Politics and Administrative Studies*, 18(4), 24–44. <https://doi.org/10.4314/ajpas.v18i4.2>
3. Assael, Y., Sommerschild, T., Shillingford, B., et al. (2022). Restoring and attributing ancient texts using deep neural networks. *Nature*, 603, 280–283. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-04448-z>
4. Assael, Y., Sommerschild, T., Cooley, A., et al. (2025). Contextualizing ancient texts with generative neural networks. *Nature*, 645, 141–147. <https://doi.org/10.1038/s41586-025-09292-5>
5. Momynova, B. K. (2022). Usul-sotie (tote zhazu) algash synalghan “Qazaq” gazeti (1913–1918): orfografiyalyq erekshelikteri men tynys belgileri. *Bulletin of KazNU. Philology Series*, 186(2). <https://doi.org/10.26577/EJPh.2022.v186.i2.07>
6. Qazaq gazeti. (1913). “Qazaqsha oqu jaiynan” // No. 14. 16 May. P. 139.
7. Aiqap zhurnaly. (1911). No. 1. 10 January. Troitsk. P. 9.

КОМПРОМІС «СВІЖІСТЬ × СТИСНЕННЯ» ПРОМІЖНИХ АКТИВАЦІЙ DNN У MESH-РОЇ БПЛА: АОІ-ОРІЄНТОВАНА МОДЕЛЬ ВИБОРУ СИГНАЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ

Касьянчук Артем Геннадійович,
аспірант

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича,
ННІ фізико-технічних та комп'ютерних наук,
вул. Коцюбинського, 2, Чернівці, 58012

Ластівка Галина Іванівна
кандидат технічних наук,

доцент кафедри радіотехніки та інформаційної безпеки
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича,
ННІ фізико-технічних та комп'ютерних наук,
вул. Коцюбинського, 2, Чернівці, 58012

Анотація. Розглянуто задачу колективного розпізнавання об'єктів роєм БПЛА, у якому вузли обмінюються не зображеннями чи фінальними детекціями, а квантованими проміжними активаціями глибокої нейронної мережі (DNN) через mesh-мережу IEEE 802.11s. Запропоновано аналітичну модель, що пов'язує розрядність квантування активацій з нижньою межею віку інформації (Age of Information, AoI) при багато-хопівій доставці та вводить корисність результату як добуток точності стисненого подання і функції старіння. Показано існування порогового значення AoI, за якого свіжіше стиснене подання стає вигіднішим за точніше, але застаріле; для конфігурації тензора $256 \times 80 \times 80$ при 12 Мбіт/с наведено числові оцінки порогу. Модель є аналітичною; сформульовано план її емуляційної перевірки з чіткими критеріями підтвердження або спростування.
Ключові слова: рій БПЛА, mesh-мережа, розподілений інференс, квантування активацій, Age of Information, колективна перцепція.

1. Постановка задачі

Виявлення наземних об'єктів малого розміру (зокрема, поверхневих мін і вибухонебезпечних предметів) роєм малих БПЛА обмежене двома ресурсами: обчислювальною потужністю бортових платформ і пропускнуою здатністю бездротового каналу FANET [1]. Розподілений (split) інференс, коли перші шари DNN виконуються на борту, а проміжні активації передаються далі для дообробки або агрегації, є визнаним способом зменшити навантаження [2, 3], але розмір «сирого» тензора активацій на порядки перевищує розмір результату детекції. Для тензора $256 \times 80 \times 80$ у форматі FP32 це 6,55 МБ, тоді як квантування до INT8 дає 1,64 МБ, а адаптивне квантування до 0,8 біт/елемент,

продемонстроване Cohen зі співавт. із втратою точності менш ніж 1 % [4, 5], дає 0,16 МБ. У попередній роботі авторів [6] запропоновано оверлейний формат SwarmNS-FEP для інкапсуляції фрагментів активацій безпосередньо в кадри L2 mesh-мережі та аналітично оцінено виграш у трафіку та часі доставки для одного хопу. Поза увагою залишилось питання, яке для рухомого рою є ключовим: активація описує сцену в момент її захоплення, і з ростом часу доставки її цінність для агрегатора падає. Це питання природно формалізується через метрику віку інформації (AoI), уведену Kaul, Yates і Gruteser [7] та узагальнену в огляді [8]; застосування AoI до кооперативної перцепції розглядалось у [9, 10], проте без зв'язку з розрядністю квантування активацій DNN. Мета роботи — побудувати модель, у якій свіжість (AoI) і стиснення (розрядність квантування) розглядаються як пов'язані величини, і показати, за яких умов «свіжіше, але грубіше» подання переважає «точніше, але застаріле».

2. Модель

Розглянемо рій як динамічний граф $G(t) = (V, E(t))$, де вузол i на шарі розрізу l формує сигнал $s_i^{(l)} = Q_b \left(F_m(h_i^{(l)}) \right)$: $h_i^{(l)}$ — тензор активацій, F_m — маска каналів, Q_b — квантування з розрядністю b біт/елемент. Для тензора з N елементів обсяг корисних даних, кількість фрагментів у кадрах з корисним навантаженням P байт і час передавання на одному хопі становлять [6]:

$$S(b) = \frac{Nb}{8}, \quad N_f(b) = \left\lceil \frac{S(b)}{P} \right\rceil, \quad T_{tx}(b) = N_f(b) \left[\frac{8(P+H)}{R} + T_{oh} \right], \quad (1)$$

де H — заголовкові витрати на кадр, R — фізична швидкість, T_{oh} — усереднені витрати доступу до середовища. AoI сигналу на агрегаторі після h хопів визначимо як $A = t_{recv} - t_{gen}$; за припущення послідовної ретрансляції без черг і повторів має місце нижня межа:

$$A(b, h) \geq T_{loc} + h T_{tx}(b), \quad (2)$$

де T_{loc} — час локального інференсу до точки розрізу. Реальний AoI буде більшим через чергування, повтори і конкуренцію за канал; тому (2) слід тлумачити як оптимістичну оцінку, а не прогноз.

Корисність сигналу для агрегатора задамо як добуток двох множників: $U(b, A) = q(b) u(A)$, де $q(b) \in (0, 1]$ — відносна точність розпізнавання за квантованого подання (частка від точності FP32), а $u(A)$ — функція старіння. Для рухомої платформи, що спостерігає смугу довжиною L уздовж напрямку руху зі швидкістю v , найпростіша геометрична модель старіння — частка ділянки, яка ще перебуває в полі зору через час A :

$$u(A) = \max \left(0, 1 - \frac{vA}{L} \right). \quad (3)$$

Нехай порівнюються точна конфігурація b_1 (наприклад, INT8) і стиснена $b_2 < b_1$, причому $\kappa = T_{tx}(b_2)/T_{tx}(b_1)$ і $q_1 > q_2$. Стиснене подання є вигіднішим,

коли $q_2 u(A_2) > q_1 u(A_1)$ з $A_2 = \kappa A_1$. Прирівнявши корисності й розв'язавши відносно A_1 , отримуємо пороговий AoI точного подання:

$$A^* = \frac{(q_1 - q_2)L}{v(q_1 - \kappa q_2)}, \quad (4)$$

і правило вибору: якщо очікуваний AoI точного подання перевищує A^* , агрегатору вигідніше отримати стиснений сигнал. Формула (4) показує, що поріг зростає пропорційно втраті точності $q_1 - q_2$ й обернено пропорційно швидкості платформи v — тобто чим швидше рухається рій і чим менше стиснення псує точність, тим раніше «свіжість» перемагає «точність».

3. Числовий приклад

Використано параметри [6]: $N = 1\,638\,400$, $P = 2280$ байт, $H = 58$ байт (інкапсуляція SwarmNS-FEP у L2), $R = 12$ Мбіт/с, $T_{oh} = 150$ мкс. Нижні межі AoI (без T_{loc}) для різної розрядності та кількості хопів наведено на рис. 1 і в табл. 1.

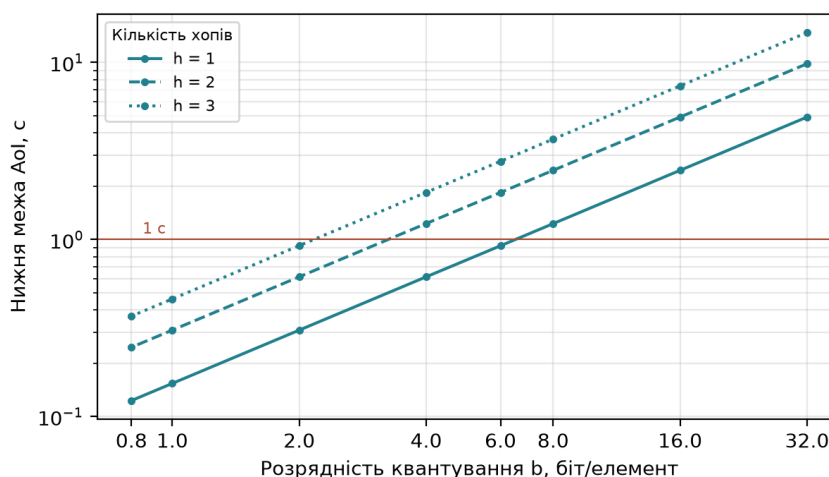


Рис 1. Нижня межа AoI (без урахування T_{loc}) для тензора $256 \times 80 \times 80$ при $R = 12$ Мбіт/с залежно від розрядності квантування і кількості хопів

Джерело ілюстрації: власна розробка автора.

Табл 1.

Нижня межа AoI $h T_{tx}(b)$, с, за формулами (1)-(2)

Розрядність b	N_f	$h = 1$	$h = 2$	$h = 3$
FP32 (32 біт)	2875	4,912	9,825	14,737
INT8 (8 біт)	719	1,229	2,457	3,686
INT4 (4 біт)	360	0,615	1,230	1,845
ADT 0,8 біт [4]	72	0,123	0,246	0,369

Для оцінки порогу (4) порівняно INT8 ($b_1 = 8$) і 0,8 біт ($b_2 = 0,8$), $\kappa = 0,100$. Оскільки залежність $q(b)$ для цільових даних ще не виміряна, втрату точності $\delta = q_1 - q_2$ варіювали параметрично (табл. 2) при $L = 34,6$ м (умовна довжина сліду камери з вертикальним кутом огляду 60° на висоті 30 м) і $q_1 = 1$.

Табл 2.

Пороговий AoI A^* , с, за формулою (4) для різних втрат точності δ і швидкостей v

Втрата точності δ	$v = 3$ м/с	$v = 5$ м/с	$v = 10$ м/с
0,5 п. п. (рівень [4, 5])	0,06	0,04	0,02
3 п. п.	0,38	0,23	0,11
10 п. п.	1,27	0,76	0,38

Зіставлення **табл. 1** і **2** дає якісний висновок: уже на одному хопі нижня межа AoI для INT8 (1,23 с) перевищує A^* для всіх розглянутих $\delta \leq 10$ п. п. при $v \geq 5$ м/с, і лише за повільного руху ($v = 3$ м/с) та значної втрати точності (10 п. п.) вибір стає граничним. Це означає, що в межах прийнятих припущень свіжість домінує над точністю для типових швидкостей польоту, і саме розрядність, а не інкапсуляція, є головним важелем керування AoI.

4. Що робота стверджує і чого не стверджує

Робота стверджує: (а) існування порогу A^* і його аналітичну залежність (4) від δ , v , L , κ ; (б) числові нижні межі AoI за (1)–(2) для заданих параметрів. Робота **не стверджує**: що функція старіння (3) відповідає фактичній деградації mAP (це припущення геометричного характеру); що значення $q(b)$ з [4, 5], отримані на інших задачах, переносяться на тепловізійні або RGB-знімки мін; що (2) є точним прогнозом AoI за наявності конкуренції за канал. Модель також ігнорує агрегацію кадрів A-MSDU/A-MPDU і повтори на рівні MAC.

5. План емуляційної перевірки

Перевірка запланована на відтворюваному стенді (Mininet-WiFi [11] з mac80211_hwsim, маршрутизація BATMAN-adv, керування затримкою і втратами через tc netem), моделі YOLO-класу з ONNX-розрізом на 2–3 сегменти і дані SULAND_v2 [12]. Експеримент E2 варіює затримку каналу {50, 100, 200, 400} мс і втрати {1, 5, 15} % за трьох політик агрегатора: П-точність (чекати точне подання), П-свіжість (використовувати перше доставлене) і П-адаптивна (перемикання за оцінкою A^*). Кожна точка — 5 запусків з різними зернами, 95 % довірчі інтервали, парні тести. **Критерій підтвердження**: існує діапазон затримок, у якому П-свіжість або П-адаптивна дає mAP вищий за П-точність принаймні на 3 п. п. зі статистично значущою різницею; інакше гіпотеза про поріг для цієї задачі спростовується.

Висновки

Запропоновано модель, що пов'язує розрядність квантування проміжних активацій DNN із нижньою межею AoI та корисністю сигналу і дає замкнений вираз порогового AoI (4). Для конфігурації 256×80×80 при 12 Мбіт/с показано, що за типових швидкостей БПЛА поріг перевищується вже на одному хопі для INT8, тож свіжість стисненого подання є визначальною. Отримані величини є

аналітичними оцінками, а не експериментальними результатами; їхня перевірка на емуляційному стенді є наступним етапом роботи.

Посилання:

1. Bekmezci I., Sahingoz O. K., Temel Ş. Flying Ad-Hoc Networks (FANETs): A survey. *Ad Hoc Networks*. 2013. Vol. 11, No. 3. P. 1254–1270. DOI: 10.1016/j.adhoc.2012.12.004.
2. Teerapittayanon S., McDanel B., Kung H. T. Distributed Deep Neural Networks over the Cloud, the Edge and End Devices. *Proc. IEEE ICDCS*. 2017. DOI: 10.1109/ICDCS.2017.226.
3. Matsubara Y., Levorato M., Restuccia F. Split Computing and Early Exiting for Deep Learning Applications: Survey and Research Challenges. *ACM Computing Surveys*. 2022. Vol. 55, No. 5. DOI: 10.1145/3527155.
4. Cohen R. A., Choi H., Bajić I. V. Lightweight Compression of Neural Network Feature Tensors for Collaborative Intelligence. *Proc. IEEE ICME*. 2020. DOI: 10.1109/ICME46284.2020.9102797.
5. Cohen R. A., Choi H., Bajić I. V. Lightweight Compression of Intermediate Neural Network Features for Collaborative Intelligence. *IEEE Open Journal of Circuits and Systems*. 2021. Vol. 2. DOI: 10.1109/OJCS.2021.3072884.
6. Kasianchuk A., Lastivka H. A link-layer model of a UAV swarm mesh network with encapsulation of intermediate deep neural network activations: analytical evaluation of latency and traffic volume. 2026. Рукопис подано до друку.
7. Kaul S., Yates R., Gruteser M. Real-time status: How often should one update? *Proc. IEEE INFOCOM*. 2012. P. 2731–2735. DOI: 10.1109/INFCOM.2012.6195689.
8. Yates R. D., Sun Y., Brown D. R., Kaul S. K., Modiano E., Ulukus S. Age of Information: An Introduction and Survey. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*. 2021. Vol. 39, No. 5. DOI: 10.1109/JSAC.2021.3065072. URL: <https://arxiv.org/abs/2007.08564>.
9. Wang et al. AoI Guaranteed Scheduling for Asynchronous Status Updates in Collaborative Perception. 2023. arXiv:2310.04813. URL: <https://arxiv.org/abs/2310.04813>.
10. Zhu et al. Timeliness-Oriented Scheduling and Resource Allocation in Multi-Region Collaborative Perception. 2026. arXiv:2601.04542. URL: <https://arxiv.org/abs/2601.04542>.
11. Fontes R. R., Afzal S., Brito S. H. B., Santos M. A. S., Rothenberg C. E. Mininet-WiFi: Emulating software-defined wireless networks. *Proc. 11th Int. Conf. on Network and Service Management (CNSM)*. 2015. DOI: 10.1109/CNSM.2015.7367387.
11. Lekhak S., Pulakurthi P. R., Joshi L., Bhatta R., Ientilucci E. J. SULAND v2: A Refined RGB Dataset and Deep Learning Object Detection Benchmark for UAV/UGV-Based Surface Landmine Detection Under Domain Shift. 2026. arXiv:2607.28996. DOI: 10.48550/arXiv.2607.28996.

ЯК ШІ ЗМІНЮЄ ЛОГІСТИЧНІ МЕРЕЖІ: СВІТОВІ ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПРАКТИЧНІ ЕФЕКТИ

Неделько Анастасія Юріївна

Студентка 5 курсу,
Спеціальності 073 Менеджмент (Логістичний менеджмент)
Одеського національного морського університету, Україна

Логістика сьогодні переживає одну з наймасштабніших трансформацій за останні десятиліття. Зростання електронної комерції, нестабільність глобальних ринків, дефіцит персоналу, геополітичні ризики та потреба у швидких поставках змушують компанії шукати нові рішення. Саме тому штучний інтелект (ШІ) став ключовим інструментом модернізації логістичних мереж.

Сучасний ШІ вже не обмежується автоматизацією окремих процесів. Він перебудовує цілі ланцюги постачання: від прогнозування попиту й управління складами до маршрутизації транспорту та управління ризиками. За оцінками міжнародних дослідників, дедалі більше компаній переходять від експериментів із ШІ до його масштабного впровадження у щоденну операційну діяльність [1].

Однією з головних проблем логістики завжди була неточність прогнозів. Якщо компанія переоцінює попит — виникають надлишкові запаси. Якщо недооцінює — втрачаються продажі.

ШІ аналізує великі масиви даних: сезонність, історію продажів, поведінку клієнтів, погодні умови, макроекономічні сигнали. Завдяки цьому прогнозування стає значно точнішим, а компанії можуть швидше реагувати на зміни ринку.

Сучасні алгоритми штучного інтелекту здатні змінювати маршрути доставки в режимі реального часу, оперативно реагуючи на зміну зовнішніх і внутрішніх умов. На відміну від традиційних систем навігації, які працюють за заздалегідь заданими сценаріями, AI-рішення постійно аналізують великі масиви даних та автоматично коригують логістичні маршрути для досягнення максимальної ефективності.

Під час планування та коригування доставки штучний інтелект враховує низку важливих факторів:

- ☐ заторів на дорогах — система отримує інформацію про дорожню ситуацію та перенаправляє транспорт альтернативними шляхами;
- ☐ аварій і перекриттів руху — у разі ДТП, ремонтних робіт чи інших інцидентів маршрут оперативно змінюється;
- ☐ погодних умов — дощ, сніг, ожеледиця, сильний вітер або спека можуть впливати на швидкість руху й безпечність доставки;
- ☐ вартості пального — алгоритми здатні обирати маршрути з меншими витратами пального та оптимальним пробігом;
- ☐ завантаженості складів і розподільчих центрів — система може перенаправити замовлення до іншого складу, якщо найближчий перевантажений;

□ часових вікон доставки — враховується точний час, коли клієнт готовий прийняти замовлення, що особливо важливо для B2B-сегмента та кур'єрських служб [2].

Завдяки такому підходу компанії можуть суттєво зменшувати витрати на транспорт, скорочувати час доставки та підвищувати рівень сервісу. Наприклад, один автомобіль може виконати більше замовлень за день завдяки точнішому маршрутуванню. Крім того, знижується кількість запізнень і невдалих доставок.

Особливо важливе значення це має для етапу “останньої милі” — завершальної частини логістичного процесу, коли товар доставляється безпосередньо кінцевому споживачу. Саме цей етап вважається найдорожчим і найскладнішим, оскільки потребує великої кількості дрібних доставок у різні точки міста чи регіону. У деяких випадках витрати на “останню милю” можуть становити значну частку всіх логістичних витрат компанії.

Використання ІІІ на цьому етапі дозволяє ефективніше розподіляти замовлення між кур'єрами, обирати оптимальний порядок відвідування адрес, враховувати зміну дорожньої ситуації протягом дня та забезпечувати точніше прогнозування часу прибуття. У результаті клієнт отримує швидшу та більш передбачувану доставку, а бізнес — нижчі витрати та вищу конкурентоспроможність [3].

На складах ІІІ поєднується з робототехнікою. Автономні мобільні роботи сортують товари, переміщують палети, комплектують замовлення та допомагають працівникам. Провідні логістичні оператори використовують роботизовані центри обробки замовлень, що підвищує швидкість, точність і продуктивність.

Новим етапом розвитку цифрової логістики стає використання AI-агентів — інтелектуальних програмних систем, які виконують функції цифрових співробітників і здатні самостійно приймати рішення в межах визначених завдань. Якщо традиційні автоматизовані системи працюють лише за наперед заданими правилами, то AI-агенти можуть аналізувати ситуацію, навчатися на основі накопичених даних, адаптуватися до змін та взаємодіяти з іншими цифровими платформами.

Фактично AI-агенти стають новим типом працівників у логістичній сфері, які працюють цілодобово, не допускають типових людських помилок і здатні обробляти великі обсяги інформації за лічені секунди. Їх використання особливо актуальне для міжнародних перевезень, де щодня виникає значна кількість документальних, операційних та комунікаційних завдань [4].

Важливою перевагою AI-агентів є їх здатність працювати одночасно з багатьма джерелами даних: ERP-системами, CRM-платформами, митними базами, GPS-моніторингом, системами управління складом та електронною поштою. Це дозволяє створити єдиний цифровий центр управління логістичними процесами. Наприклад, якщо вантаж затримується в порту через погодні умови, AI-агент може автоматично виявити проблему, запропонувати альтернативний маршрут, повідомити клієнта про новий термін доставки та оновити внутрішні плани компанії без участі людини.

Клієнти очікують доставку “сьогодні” або “завтра”. ІІІ допомагає виконувати ці очікування завдяки швидкому перерахунку маршрутів, автоматичному розподілу замовлень між складами та точнішому ЕТА (очікуваному часу прибуття).

Штучний інтелект дедалі глибше інтегрується з сучасними цифровими технологіями, зокрема IoT-сенсорами, GPS-системами та ERP-платформами, що дозволяє компаніям отримувати повну прозорість логістичних процесів у режимі реального часу. Якщо раніше контроль за переміщенням товарів був фрагментарним і часто залежав від ручного введення інформації, то сьогодні ІІІ формує єдину цифрову картину всього ланцюга постачання — від моменту відвантаження до доставки кінцевому споживачу.

Завдяки такій інтеграції компанії можуть у будь-який момент бачити весь шлях товару та оперативно реагувати на відхилення. Зокрема, система дозволяє визначити:

- ☐ де вантаж знаходиться зараз — точне місцезнаходження транспорту, контейнера або окремої партії товару;
- ☐ коли він прибуде — прогнозований час доставки з урахуванням дорожньої ситуації, погодних умов, затримок на митниці чи перевантаженості портів;
- ☐ чи існує ризик затримки — алгоритми прогнозують можливі збої ще до їх фактичного виникнення;
- ☐ чи були порушення температурного режиму — особливо важливо для фармацевтики, харчової продукції, хімічних речовин та інших чутливих вантажів;
- ☐ які ділянки мережі працюють неефективно — перевантажені склади, слабкі транспортні вузли, затримки на окремих маршрутах або нераціональний розподіл ресурсів [5].

Наприклад, якщо IoT-датчик у рефрижераторному контейнері зафіксував підвищення температури, система може автоматично попередити оператора, запропонувати зміну маршруту або перенаправлення вантажу до найближчого складу. Це дає змогу уникнути псування товару та фінансових втрат.

Особливо цінною така прозорість стала після глобальних криз останніх років. Пандемія COVID-19, блокування морських портів, військові конфлікти, енергетичні кризи та зміни митних тарифів продемонстрували вразливість традиційних глобальних логістичних мереж. Багато компаній зіткнулися з дефіцитом товарів, затримками поставок і різким зростанням транспортних витрат.

У цих умовах ІІІ став інструментом підвищення стійкості логістики. Завдяки аналітичним моделям компанії можуть:

- ☐ прогнозувати вплив кризових подій на поставки;
- ☐ моделювати альтернативні сценарії розвитку ситуації;
- ☐ оцінювати ризики для окремих маршрутів і постачальників;
- ☐ швидко перебудовувати транспортні потоки;
- ☐ знаходити нові джерела постачання та резервні маршрути [7].

Наприклад, якщо один порт припиняє роботу через страйк або військову загрозу, система може запропонувати альтернативний варіант доставки через інший регіон, врахувавши строки, витрати та пропускну здатність інфраструктури.

У результаті ІІІ змінює саму архітектуру логістичних мереж. Якщо раніше основним принципом була мінімальна собівартість, тобто концентрація виробництва в найдешевших країнах і використання найдешевших маршрутів, то сьогодні бізнес орієнтується на нові критерії ефективності:

□ гнучкість — здатність швидко адаптуватися до змін ринку чи кризових ситуацій;

□ швидкість — скорочення часу доставки та оперативність реагування;

□ резервування маршрутів — наявність альтернативних шляхів постачання;

□ локалізація запасів — розміщення товарів ближче до споживачів;

□ цифрова керованість — можливість централізовано контролювати мережу через аналітичні платформи [6].

Це означає перехід від традиційних централізованих моделей до гібридних логістичних мереж, у яких функціонує кілька регіональних центрів виконання замовлень. Наприклад, замість одного великого складу для всієї Європи компанія може використовувати окремі центри у Східній, Центральній та Західній Європі, що знижує ризики перебоїв і прискорює доставку.

Таким чином, штучний інтелект не просто оптимізує окремі логістичні операції, а формує нову модель глобального постачання — більш стійку, адаптивну, цифрову та орієнтовану на швидке реагування в умовах нестабільного світу.

Штучний інтелект радикально змінює логістику у світі. Він допомагає компаніям скорочувати витрати, прискорювати доставку, зменшувати ризики та створювати більш гнучкі мережі постачання. Світова тенденція очевидна: логістика переходить від ручного управління до інтелектуальних самокерованих систем.

Для бізнесу це означає просту істину: у найближчі роки конкурентною перевагою стане не лише транспорт чи склади, а здатність управляти мережею за допомогою ІІІ.

Список літератури

1. Міністерство розвитку громад та територій України Офіційний сайт. URL: <https://mtu.gov.ua/>
2. Державна служба статистики України Транспорт і логістика в Україні : статистичні матеріали. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/>
3. Логістичний комітет Європейської Бізнес Асоціації Аналітичні матеріали щодо розвитку логістики в Україні. URL: <https://eba.com.ua/>
4. Асоціація міжнародних експедиторів України Сучасні тенденції цифровізації транспортно-логістичної галузі. URL: <https://ameu.org.ua/>
5. Liga.net Як штучний інтелект змінює український бізнес і логістику. URL: <https://biz.liga.net/>

6. Економічна правда Цифровізація ланцюгів постачання в умовах війни.
URL: <https://www.epravda.com.ua/>

7. Національний транспортний університет Наукові дослідження з питань
логістики та інноваційних технологій. URL: <https://ntu.edu.ua/>

КЕРІ ОПЕРАТОРДЫҢ БАР БОЛУЫ

Молшылықова Арайлым Өрісбекқызы

М.Х.Дулати атындағы Тараз Университетінің 7М01501 “Математика педагогтарын даярлау” білім беру бағдарламасының магистранты, Қазақстан Республикасы, Тараз қ.

Баяндиев Ерік Нұрланұлы

М.Х.Дулати атындағы Тараз Университетінің “Математика” кафедрасының қауымдастырылған профессор м.а., PhD доктор, Қазақстан Республикасы, Тараз қ.

$L_2(a, b)$ – да

$$Ly = y'' + q(x)y \quad (1.1.1)$$

операторын қарастырайық.

$D(L)$ – мына талаптарды қанағаттандыратын

$$y(x) \in C^2[a, b], \quad y(a) = y(b) = 0 \quad (1.1.2)$$

$y(x)$ функцияларынан құралған болсын.

(1.1.2) шекаралық шартын қанағаттандыратын $C^2[a, b]$ -дағы функциялардың $D(L)$ жиыны $[a, b]$ сегментінде финитті $L_2(a, b)$ – да тығыз функциялардың жиынын өз бөлігі ретінде қамтиды. Сондықтан, $D(L)$ жиынының өзі де $L_2(a, b)$ – да тығыз болады.

L операторы тұйықталынады. Соңғы тұжырымдауды тексерейік. Сол үшін бізге мына төмендегі кейбір түсініктер және леммалар керек болады.

Кез келген $y, v \in C_0^\infty(a, b)$ үшін

$$\langle Ly, v \rangle = \langle y, L^*v \rangle$$

теңдігі орын алатын болса, онда $L^\#$ операторын L дифференциалды операторына формальді түйіндес оператор деп атайды.

$L^\#$ операторын бастапқы оператор қандай формада жазылса, оны тура сондай түрде жазуға болатындығы, яғни

$$L^* = -v'' + q(x)v,$$

түсінікті.

Анықтама: $L^\#$ оператор тұйықталынатын болуы үшін $u_n \in D(L), u_n \xrightarrow{L_2} 0, Lu_n \xrightarrow{L_2} v$ шартынан $v = 0$ келіп шығуы қажетті және жеткілікті.

Осыны көрсетейік. Ол үшін бізге мына леммалар керек болады.

1.1.1 леммасы. Егер $y \in L_2(a, b)$ және кез келген $\varphi \in C_0^\infty(a, b)$ функциясы үшін $\langle y, \varphi \rangle = 0$ қатынасы орындалатын болса, онда барлық жерде $y(x) = 0, x \in [a, b]$.

Дәлелдеуі. $C_0^\infty(a, b)$ жиынының $L_2(a, b)$ -да тығыздығынан $n \rightarrow \infty$ -да $\|\varphi_n - y\|_2 \rightarrow 0$ -дай $\{\varphi_n\}$ тізбегі бар болатын болса, онда

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \langle y, \varphi_n \rangle = \langle y, y \rangle = \|y\|_2^2 \quad \text{және} \quad \|y\|_2^2 = 0.$$

Сондықтан барлық жерде дерлік $y(x) = 0$.

Енді L операторының тұйықталынатындығын дәлелдейміз, яғни мына лемма орын алады.

1.1.2 леммасы. $D(L)$ – де қарастырылатын L операторы тұйықталынатын оператор болады.

Дәлелдеуі. $u_n \in D(L)$ және $u_n \xrightarrow{L_2} 0, Lu_n \xrightarrow{L_2} v$ болсын. Егер L операторына формальді түйіндес $L^\#$ операторын пайдаланатын болсақ, онда кез келген $w \in C_0^\infty(a, b)$ үшін

$$\langle Lu_n, w \rangle = \langle u_n, L^* w \rangle$$

болады. Бұл жерде шекке көше отырып,

$$\langle v, w \rangle = \langle 0, L^* w \rangle = 0.$$

екендігін аламыз.

Сондықтан, кез келген $w \in C_0^\infty(a, b)$ үшін $\langle v, w \rangle = 0$ демек $v = 0$ екендігі келіп шығады.

1.1.2 леммасы дәлелденді.

L операторының тұйықталынуын да L арқылы белгілейміз.

1.1.3. леммасы. $q(x)$ функциясы $[a, b]$ кесіндісінде үзіліссіз болсын. Онда барлық $y \in D(A)$ үшін

$$\|Ly\|_2 \geq \|y\|_2 \quad (1.1.3)$$

бағалануы орын алады.

Дәлелдеуі. $y \in C_0^\infty(a, b)$ болсын. Бөліктеп интегралдай және функцияның финиттігінен интегралдан тыс тұрған мүшелерінің нөл (жоқ) болып кететіндерін ескере отырып, төмендегі интегралды аламыз:

$$\begin{aligned} \langle Ly, y \rangle &= \int_a^b (-y'' + g(x)y) \bar{y} dx = - \int_a^b y'' \bar{y} dx + \int_a^b g(x)y \bar{y} dx = - \\ &- y' \bar{y} \Big|_a^b + \int_a^b y' \bar{y}' dx + \int_a^b q(x)|y|^2 dx = \int_a^b [y'^2 + q(x)|y|^2] dx. \end{aligned}$$

Соңғы теңдіктен, Коши-Буняковский теңсіздігін пайдалана отырып, төмендегі теңсіздікті аламыз:

$$\begin{aligned} \|Ly\|_2 \|y\|_2 &\geq |\langle Ly, y \rangle| \geq \int_a^b [y'^2 + q(x)|y|^2] dx \geq \min_{x \in [a, b]} q(x) \int_a^b |y|^2 dx \geq \\ &\geq \int_a^b |y|^2 dx = \|y\|_2^2. \end{aligned}$$

Бұдан барлық $y \in C_0^\infty(a, b)$ үшін

$$\|Ly\|_2 \geq \|y\|_2 \quad (1.1.4)$$

$y \in D(L)$ болсын. L операторы тұйықталған болғандықтан $n \rightarrow \infty$ -да

$$\|y_n\|_2 \rightarrow \|y_n - y\| \rightarrow 0, \quad \|Ly_n - Ly\| \rightarrow 0$$

болатындай $\{y_n\}_{n=1}^\infty \subset C_0^\infty(a, b)$ тізбегі бар болады. Бұл $n \rightarrow \infty$ – да

$$\|y_n\|_2 \rightarrow \|y\|_2, \|Ly_n\|_2 \rightarrow \|Ly\|_2 \quad (1.1.5)$$

(1.1.4) теңсіздігі барлық $\{y_n\}_{n=1}^\infty \in C_0^\infty(a, b)$ үшін орын алады. Енді $n \rightarrow \infty$ – да шекке көше және (1.1.5.) қатынасын пайдалана отырып, (1.1.4) теңсіздігінің орынды екендігіне көз жеткіземіз.

Сонымен, 1.1.3. леммасы дәлелденді.

1.1.1 теоремасы. $q(x) - [a, b]$ -да үзіліссіз функция болсын. Онда $L_2(a, b)$ -да анықталған үзіліссіз кері L^{-1} операторы бар болады.

Дәлелдеуі. 1.1.3 леммасынан барлық $y \in D(L)$ үшін $\|Ly\|_2 \geq \|y\|_2$ теңсіздігінің орындалатыны келіп шығады.

Бұдан, егер $Ly = 0$ болса, онда $y = 0$ келіп шығады. Демек, $\text{Ker} L = \{y \in D(L) : Ly = 0\} = \{0\}$. Бұдан, $R(L)$ -ді $D(L)$ -ге өзара бір мәнді етіп бейнелейтін L^{-1} бар болады. 1.1.1 теоремасы толығынан дәлелденетін болады, егер келесі мәселелерді шеше алсақ:

- 1) $R(L) = L_2(a, b)$;
- 2) L^{-1} – дің шектеулілігі.

Бірінші, $R(L) = L_2(a, b)$ екендігін дәлелдейміз. Бұл дәлелдеуді керісінше жүргіземіз. $R(L)$ жиыны $L_2(a, b)$ -да тығыз болмасын делік. Онда $v \in L_2(a, b)$ бар болсын және $v \perp R(L)$, яғни барлық $y \in D(L)$ үшін

$$\langle Ly, u \rangle = 0 \quad (1.1.6)$$

Бұдан, Рисс теоремасына сәйкес $v \in D(L^*)$ және барлық $y \in D(L)$ үшін

$$\langle Ly, u \rangle = \langle y, L^* v \rangle \quad (1.1.7)$$

теңдігі орын алады.

Соңғы теңдікті ашып жазайық:

$$\langle -y'' + g(x)y, v \rangle = \langle y, L^* v \rangle$$

немесе

$$\langle -y'', v \rangle = \langle y, L^* v \rangle - \langle y, g(x)v \rangle$$

барлық $y \in C_0^\infty(a, b)$ үшін.

Соңғы теңдіктен Соболев бойынша жалпыланған туынды анықтамасына сәйкес мынаны табамыз:

$$v'' = L^* v - q(x)v \in L_2(a, b), L^* v = 0, q(x)v \in L_2(a, b).$$

Сонымен, v'' екінші ретті туындысы $L_2(a, b)$ -да жатады.

Соңында осының барлығы және (1.1.5), (1.1.6) теңдіктері мына тұжырымдауға әкеліп отыр: $v'' \in L_2(a, b)$ және $v \in D(L^*)$, v – үзіліссіз дифференциалданады, өйткені $v'' \in L_2(a, b)$ және

$$L^* v = v'' + q(x)v = 0.$$

Енді, келесі кезеңде

$$y(a) = y(b) = 0$$

екендігіне көз жеткізуіміз керек болады.

$\langle y, L^* v \rangle$ болғандықтан, бөліктеп интегралдау мыналарды береді:

$$\begin{aligned}
 0 &= \langle y, -v'' + q(x)v \rangle = \int_a^b y(-v'' + q(x)v)dx = -\int_a^b yv''dx + \int_a^b q(x)yvdx = \\
 &= -\int_a^b ydv' + \int_a^b q(x)yvdx = yv' \Big|_a^b + \int_a^b v'y'dx + \int_a^b q(x)yvdx = \int_a^b y'dv + \\
 &+ \int_a^b q(x)yvdx = yv' \Big|_a^b - \int_a^b vdy' + \int_a^b q(x)yvdx = yv' \Big|_a^b - \int_a^b vy''dx + \int_a^b q(x)yvdx = \\
 &= yv' \Big|_a^b + \int_a^b (-y'' + q(x)y)vdx = yv' \Big|_a^b + \langle Ly, v \rangle.
 \end{aligned}$$

Бұдан, (1.1.6) теңдігін ескере отырып, мынаны аламыз:

$$yv' \Big|_a^b = 0$$

немесе

$$v(b)y'(b) = v(a)y'(a).$$

$$(1.1.8)$$

$y \in D(L)$ алынатын болғандықтан, $v(a) = v(b) = 0$ келіп шығады.

Шынында да, $y(x) = (x-b)(x-a)^2 \in D(L)$ деп алайық. Онда

$$y'(a) = 0, y'(b) = (b-a)^2, b-a > 0. \quad (1.1.9)$$

Бұны (1.1.8) – ге қоя отырып,

$$v(b) \cdot (b-a)^2 = v(a) \cdot 0 = 0, \text{ немесе } v(b) = 0$$

екендігін табамыз.

Тура осылайша $v(a) = 0$ екендігін көрсетеміз.

Сонымен, біз төмендегілерді дәлелдедік:

v - үзіліссіз дифференциалданады, $v'' \in L_2(a, b)$,

$$L^*v = -v'' + q(x)v = 0, v(a) = v(b) = 0. \quad (1.1.10)$$

Енді (1.1.10) – ды ескере және бөліктеп интегралдай отырып,

$$\|L^*v\|_2 \geq \|v\|_2$$

екендігін аламыз.

Бұдан, $L^*v = 0$ болғандықтан $v = 0$ шығады. Демек, қарама-қайшылыққа келеміз, яғни $R(L) = L_2(a, b)$.

1.1.1 теоремасының дәлелдеуін аяқтау үшін, енді L^{-1} -дің шектеулілігін көрсету керек болады. (1.1.3) – те $Ly = f$, $y = L^{-1}f$ деп ала отырып, барлық $f \in L_2(a, b)$ үшін

$$\|L^{-1}f\| \leq \|f\|$$

екендігін аламыз, яғни L^{-1} кері операторы $R(A) = L_2(a, b)$ – да шектеулі болады.

Теорема дәлелденді.

1.1.2 теоремасы. $q(x) - [a, b]$ кесіндісінде үзіліссіз функция болсын. Онда барлық $y \in D(L)$ үшін

$$\|y''\|_2 + \|y\| \leq c_1 \|Ly\|_2 \quad (1.1.11)$$

бағалауы орын алады және

$$y(a) = y(b) = 0 \quad (1.1.12)$$

Дәлелдеуі. (1.1.3) теңсіздігін ескере отырып, мына норманы бағалаймыз:

$$\|q(x)y\|_2 \leq \max_{x \in [a,b]} q(x) \|y\|_2 \leq \max_{x \in [a,b]} q(x) \|Ly\|_2 \leq c_0 \|Ly\|, \quad (1.1.13)$$

мұндағы $c_0 = \max_{x \in [a,b]} q(x)$,

Сонымен, үшбұрыш теңсіздігін және (1.1.13)–ні пайдалана отырып, мынаны аламыз:

$$\begin{aligned} \|-y''\|_2 &= \|-y'' + q(x)y - q(x)y\|_2 \leq \|-y'' + q(x)y\|_2 + \|q(x)y\|_2 \leq \\ &\leq \|Ly\|_2 + c_0 \|Ly\|_2 = (1 + c_0) \|Ly\|_2 \end{aligned}$$

(1.1.11) теңсіздігі дәлелденді.

Енді $y(a) = y(b) = 0$ екендігін көрсетейік. Егер $y \in C_0^\infty(a, b)$, онда (1.1.12) теңдігінің орын алуы айқын.

$y \in D(L)$ болсын. Онда $n \rightarrow \infty$ — да $y_n \xrightarrow{L_2} y, Ly_n \xrightarrow{L_2} Ly$ болатындай $\{y_n\}_{n=1}^\infty \subset C_0^\infty(a, b)$ тізбегі бар болады.

W_2^2 кеңістігінің $C[a, b]$ — ға шектеулі екендігі белгілі, сондықтан $n \rightarrow \infty$ -да

$$|y(a) - y_n(a)| \leq \|y_n - y\|_{C[a,b]} \leq C \|y - y_n\|_{2,2} \rightarrow 0,$$

мұндағы c — енгізілу теоремасының тұрақтысы (const).

Бұдан $y(a) = 0$. Тура осылайша $y(b) = 0$ екендігі дәлелденеді.

1.1.3 теоремасы толық дәлелденді.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Қалменов Т. Ш. Дисперсиялық есептер және дифференциалдық операторлар спектрі. — Алматы: Ғылым, 1998.
2. Өтелбаев М. О. Оценка спектра оператора Шредингера. — Алма-Ата: Ғылым, 1979. — 120 б.
3. Иосида К. Функциональный анализ. — Берлин, Нью-Йорк: Шпрингер, 1980. — 501 б.
4. Рудин У. Функциональный анализ. — Нью-Йорк: Макгроу-Хилл, 1991. — 424 б.
5. Қалменов Т. Ш. Дифференциалдық теңдеулердің шекаралық есептері. — Алматы: Қазақ университеті, 2010. — 380 б.
6. Абдикаликова З.Т., Ибатов А. Функциональный анализ. - Алматы: CyberSmith, 2021. -232 б.

ПРОТИЗАПАЛЬНА ТЕРАПІЯ ПІСЛЯ ІНФАРКТУ МІОКАРДА: ЗНАЧЕННЯ ЧАСУ ПОЧАТКУ ЛІКУВАННЯ ТА ВИБОРУ ТЕРАПЕВТИЧНОЇ МІШЕНІ

Боровський Борис Михайлович

здобувача освіти ІІІ медичного факультету
Харківський національний медичний університет

Боровська Карина Вячеславівна

здобувачка освіти ІІІ медичного факультету
Харківський Національний Медичний Університет

Марина Олександрівна Візір

к.мед.н., доцент кафедри внутрішньої медицини №1
Харківський Національний Медичний Університет

Актуальність. Незважаючи на сучасні можливості реперфузійної та анти тромботичної терапії, після перенесеного інфаркту міокарда зберігається ризик повторних серцево-судинних подій [1]. Одним із механізмів такого ризику вважають запальну відповідь, яка виникає вже в перші години після некрозу міокарда. Активація NLRP3-інфламасоми та подальше утворення IL-1 β і IL-6 є важливою частиною цієї реакції. Водночас гостре запалення необхідне для очищення зони некрозу та подальшої репарації міокарда, тому повне його пригнічення в ранній період не завжди може бути корисним [2].

Мета роботи - оцінити сучасні підходи до протизапальної терапії після інфаркту міокарда та визначити, чи має значення час початку лікування.

Матеріали та методи. Проведено аналіз сучасних рекомендацій ESC та ACC/AHA [3,4], українських клінічних протоколів [5, 6] і основних рандомізованих досліджень, присвячених застосуванню колхіцину та таргетній блокаді шляхів IL-1 та IL-6 після інфаркту міокарда. Основну увагу приділяли часу початку терапії та її впливу на повторні серцево-судинні події.

Ключові слова. *Інфаркт міокарда, запалення, колхіцин, IL-1 β , IL-6, hsCRP, резидуальний запальний ризик, вторинна профілактика.*

Результати. Найбільше даних накопичено щодо низьких доз колхіцину, у дослідженні COLCOT 4745 пацієнтів із нещодавнім ІМ рандомізували на колхіцин у дозі 0,5 мг на добу або плацебо, при цьому лікування розпочинали протягом перших 30 днів після інфаркту міокарда. Первинна комбінована кінцева точка виникла у 5,5% пацієнтів групи колхіцину та у 7,1% групи плацебо, HR 0,77 [7]. У подальшому аналізі найбільш виражений ефект спостерігали при початку лікування протягом перших трьох днів після ІМ – HR 0,52, тоді як при початку на 4-7-й день HR становив 0,96, а з 8-го дня або пізніше – 0,82, проте цей

аналіз був вторинним і не дозволяє визначити оптимальний час початку терапії [8].

Проте у значно більшому дослідженні CLEAR-SYNERGY, яке включало 7062 пацієнти та де лікування починали протягом 72 год після PCI у хворих із гострим STEMI або NSTEMI, переваги колхіцину не підтвердилися. За медіани спостереження близько трьох років первинна кінцева точка виникла у 9,1% пацієнтів групи колхіцину та у 9,3% групи плацебо, HR 0,99 (95% ДІ 0,85-1,16). При цьому рівень CRP на тлі лікування був нижчим [9].

Важливі результати були отримані також при таргетному впливі на IL-1. У CANTOS канакінумаб досліджували у 10 061 пацієнта з перенесеним ІМ та hsCRP ≥ 2 мг/л, тобто за наявності резидуального запального ризику. Блокада IL-1 β у дозі 150 мг зменшила відносний ризик первинної серцево-судинної кінцевої точки приблизно на 15%, однак супроводжувалася більшою частотою фатальних інфекцій. Важливо, що у цьому дослідженні пацієнтів відбирали саме за наявністю підвищеного hsCRP [10].

На відміну від таргетної блокади IL-1 β , низькі дози метотрексату в CIRT не зменшили частоту серцево-судинних подій і не дали суттєвого зниження IL-1 β , IL-6 та CRP [11].

Подальшим напрямком стала блокада IL-6, однак результати дослідження III фази ZEUS, оприлюднені у 2026 році, не підтвердили зниження серйозних несприятливих серцево-судинних наслідків на тлі застосування зілтивекімабу. HR для MACE становив 0,99 (95% ДІ 0,88-1,11), незважаючи на виражений вплив препарату на запальну відповідь [12]. На момент аналізу це були попередні результати, оприлюднені спонсором дослідження. Дослідження зілтивекімабу безпосередньо у пацієнтів після гострого ІМ тривають, зокрема в межах дослідження ARTEMIS [13].

Висновки. Запальна відповідь після інфаркту міокарда виникає вже в ранній період ушкодження і має подвійне значення. Надмірна активація запальних механізмів може підтримувати подальше ушкодження та несприятливе ремоделювання міокарда, однак рання імунна реакція одночасно бере участь в очищенні зони некрозу та подальшій репарації. Тому максимально раннє і неспецифічне пригнічення запалення не може розглядатися як універсальна стратегія після ІМ.

Клінічні дослідження також не дозволяють визначити єдине оптимальне терапевтичне вікно. У COLCOT застосування низьких доз колхіцину протягом перших 30 днів після ІМ супроводжувалося зменшенням частоти серцево-судинних подій, а вторинний аналіз припускав найбільший ефект при початку лікування в перші три доби. Водночас у значно більшому CLEAR-SYNERGY раннє застосування колхіцину при гострому ІМ не зменшило частоту серцево-судинної смерті, повторного ІМ, інсульту або незапланованої реваскуляризації, незважаючи на зниження CRP. Отже, різницю між результатами цих досліджень не можна пояснити лише часом початку терапії.

Дані таргетної імунної терапії додатково підтверджують, що важливим є не тільки пригнічення запалення, а й правильний відбір пацієнтів. У CANTOS

блокада IL-1 β дала клінічний ефект у хворих із перенесеним ІМ та підвищеним hsCRP, тобто з ознаками резидуального запального ризику. Натомість у дослідженні ZEUS 2026 року блокада IL-6 зілтивекімабом не зменшила частоту MACE, незважаючи на виражений вплив на запальну мішень.

Таким чином, станом на вересень 2026 року немає підстав встановлювати фіксований термін початку протизапальної терапії після ІМ ані в перші години, ані обов'язково через 2-3 місяці. Колхіцин залишається найбільш вивченим протизапальним препаратом у вторинній серцево-судинній профілактиці, однак його раннє рутинне застосування при кожному гострому ІМ не підтверджене сучасними даними. Таргетна блокада IL-1 та IL-6 поки залишається переважно дослідницьким напрямком. Найбільш перспективним підходом є не універсальне пригнічення постінфарктного запалення, а визначення оптимального терапевтичного вікна та відбір пацієнтів із резидуальним запальним ризиком, у яких користь протизапальної терапії може перевищувати потенційний ризик.

Список літератури

1. Mensah G. A., Arnold N., Prabhu S. D., Ridker P. M., Welty F. K. Inflammation and Cardiovascular Disease: 2025 ACC Scientific Statement: A Report of the American College of Cardiology. *Journal of the American College of Cardiology*. 2026. Vol. 87, № 11. P. 1381-1404. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2025.08.047>.
2. Imbesi A., Greco A., Spagnolo M. et al. Targeting Inflammation After Acute Myocardial Infarction. *Journal of the American College of Cardiology*. 2025. Vol. 86, № 15. P. 1146-1169. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2025.07.064>.
3. Byrne R. A., Rossello X., Coughlan J. J. et al. 2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes. *European Heart Journal*. 2023. Vol. 44, № 38. P. 3720-3826. DOI: <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehad191>.
4. Rao S. V., O'Donoghue M. L., Ruel M. et al. 2025 ACC/AHA/ACEP/NAEMSP/SCAI Guideline for the Management of Patients With Acute Coronary Syndromes: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Journal of the American College of Cardiology*. 2025. Vol. 85, № 22. P. 2135-2237. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2024.11.009>.
5. Про затвердження Уніфікованого клінічного протоколу екстреної, первинної, вторинної (спеціалізованої), третинної (високоспеціалізованої) медичної допомоги та кардіореабілітації «Гострий коронарний синдром з елевацією сегмента ST» : наказ Міністерства охорони здоров'я України від 14.09.2021 № 1936. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v1936282-21> (дата звернення: 17.09.2026).
6. Про затвердження Уніфікованого клінічного протоколу екстреної, первинної, вторинної (спеціалізованої), третинної (високоспеціалізованої) медичної допомоги та кардіореабілітації «Гострий коронарний синдром без елевації сегмента ST» : наказ Міністерства охорони здоров'я України від 15.09.2021 № 1957. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v1957282-21> (дата звернення: 17.09.2026).

7. Tardif J.-C., Kouz S., Waters D. D. et al. Efficacy and Safety of Low-Dose Colchicine after Myocardial Infarction. *New England Journal of Medicine*. 2019. Vol. 381, № 26. P. 2497-2505. DOI: <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1912388>.
8. Bouabdallaoui N., Tardif J.-C., Waters D. D. et al. Time-to-treatment initiation of colchicine and cardiovascular outcomes after myocardial infarction in the Colchicine Cardiovascular Outcomes Trial (COLCOT). *European Heart Journal*. 2020. Vol. 41, № 42. P. 4092-4099. DOI: <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa659>.
9. Jolly S. S., d'Entremont M.-A., Lee S. F. et al. Colchicine in Acute Myocardial Infarction. *New England Journal of Medicine*. 2025. Vol. 392, № 7. P. 633-642. DOI: <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2405922>.
10. Ridker P. M., Everett B. M., Thuren T. et al. Antiinflammatory Therapy with Canakinumab for Atherosclerotic Disease. *New England Journal of Medicine*. 2017. Vol. 377, № 12. P. 1119-1131. DOI: <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1707914>.
11. Ridker P. M., Everett B. M., Pradhan A. et al. Low-Dose Methotrexate for the Prevention of Atherosclerotic Events. *New England Journal of Medicine*. 2019. Vol. 380, № 8. P. 752-762. DOI: <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1809798>.
12. Novo Nordisk provides update on the ZEUS phase 3 trial in people with ASCVD, CKD and inflammation [Электронный ресурс] / Novo Nordisk. 31 July 2026. URL: <https://www.novonordisk.com/news-and-media/news-and-ir-materials/news-details.html?id=916587> (дата звернення: 17.09.2026).
13. ARTEMIS - Effects of Ziltivekimab Versus Placebo on Cardiovascular Outcomes in Patients With Acute Myocardial Infarction. NCT06118281 [Электронный ресурс] / ClinicalTrials.gov. URL: <https://clinicaltrials.gov/study/NCT06118281> (дата звернення: 17.09.2026).

ЕФЕКТИВНІ ТЕХНІКИ РЕАБІЛІТАЦІЇ ТА ПІДХОДИ ПРИ СИНДРОМІ ЗАМОРОЖЕНОГО ПЛЕЧА

Гринчак Вікторія Іванівна

викладач кафедри фізичної терапії, ерготерапії і фізичного виховання
Івано-Франківський Національний Медичний Університет

Юхимук Віра Петрівна

доцент, викладач кафедри фізичної терапії, ерготерапії і фізичного виховання
Івано-Франківський Національний Медичний Університет.

Синдром замороженого плеча (адгезивний капсуліт) – сучасна проблема осіб працездатного віку і спортсменів, яка супроводжується поступовим обмеженням активних і пасивних рухів у плечовому суглобі через розвиток запальних і фіброзних змін у капсулі суглоба та навколишніх тканинах [1, 2]. Сучасний реабілітаційний підхід вимагає мультидисциплінарного бачення, що поєднує точну диференційну діагностику стадій захворювання (заморожування, «заморожування/адгезії», відтавання) та застосування доказових фізичних і мануальних технік [2, 4].

Перший етап (стадія гострого болю або «заморожування») потребує методик, які спрямовані на зменшення больового синдрому та контрольоване збереження амплітуди рухів [3]. Плечовий суглоб тісно пов'язаний із плечовим сплетенням та нервами : пахвовим, серединним, променевим та ліктьовим нервами) [3]. Через тривале вимушене положення кінцівки та фіброзні зміни в тканинах нерв часто зазнає натягу або компресії (тунельний синдром і нейродинамічний дефіцит супроводжує) [3, 5]. Агресивна мануальна терапія на цій стадії протипоказана, оскільки може посилити запальний процес і больовий синдром.

Ефективними техніками, які зменшують біль є:

1.М'які мануальні техніки та нейродинамічні мобілізації для зниження гіпертонусу навколосуглобових м'язів [1, 5]. Пасивне переведення кінцівки в положення короткого м'яза (зменшення натягу у болючій точці) на 90 секунд з подальшим повільним поверненням у вихідне положення,що дозволяє «перезапустити» рефлекторну дугу м'язового веретена і зняти спазм [1]. Звільнення нервових корінців і периферичних нервів від компресії автоматично знижує рефлекторне напруження навколосуглобових м'язів, оскільки спазм часто є захисною реакцією організму на подразнення нервової тканини [3, 5].

2.Фізіотерапевтичні методи (зокрема, ультразвукова терапія з НПЗ-гелем та магнітотерапія) для знеболення і трофічної стимуляції [1, 7].

3.Маятникоподібні вправи, які виконуються пацієнтом за рахунок сили гравітації без активного включення м'язів плечового пояса [2, 4].

Другий та третій етап - больовий синдром зменшується, але переважає виражений фіксований дефіцит амплітуди рухів і контрактура [2, 4]. Акцент

зміщується на активну механічну мобілізацію та відновлення біомеханіки суглоба:

1. Техніки ручної пасивної мобілізації суглоба за Малліганом та Мейтлендом (тракція, ковзання головки плечової кістки в різних напрямках), спрямовані на розтягнення потовщеної суглобової капсули [2, 5].

2. Пропріоцептивна нейром'язова фасилітація (PNF) для активації ротаторної манжети плеча та стабілізаторів лопатки [6]. Міофасціальний реліз (MFR): М'які поздовжні та поперечні розтягнення фасціальних футлярів плечового пояса [1, 5]. Терапевт здійснює повільний тиск на тригерні точки або зони напруження з урахуванням функціонального блоку м'язів, що дозволяє зменшити патологічне злипання фасцій і знизити тонус м'язів без подразнення капсули суглоба [1].

3. Постізометрична релаксація (ППР) м'язів-агоністів і антагоністів з метою усунення м'язових затисків [1]. М'яка мануальна техніка, що базується на нейрофізіологічній рефлекторній релаксації після ізометричного скорочення [1]. Пацієнт виконує мінімальний опір руху (близько 10–20% від максимального) протягом 7–10 секунд, після чого слідує фаза розслаблення і пасивне розтягнення м'яза фізичним терапевтом [1]. ППР надзвичайно ефективна для м'язів-ротаторів плеча [1, 6].

4. Включення спеціальних вправ на кінезіотейпування та міофасціальний реліз дозволяє за закритим кінематичним ланцюгом покращити функціональний стан кінцівки [4, 6].

Окрему роль відіграє робота фізичного терапевта з пацієнтом у форматі навчання домашній програмі вправ, що гарантує безперервність реабілітаційного процесу [4, 7]. Індивідуальний підхід до навантажень з урахуванням больового порогу та психоемоційного стану хворого є запорукою успішного відновлення працездатності та повернення до побутової активності [2, 4, 7].

Список літератури

1. Н. С. Михайловська, І. М. Фуштей, С. М. Мануйлов ФІЗИЧНА ТЕРАПІЯ, ЕРГОТЕРАПІЯ В КЛІНІЦІ ВНУТРІШНІХ ХВОРОБ НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК для студентів III-IV курсу спеціальності 227 «Фізична терапія, ерготерапія» Запоріжжя 2023р.

2. Neviaser A. S., Hannafin J. A. Adhesive capsulitis: a review of current treatment. *The American Journal of Sports Medicine*. 2010. Vol. 38, № 11. P. 2346–2356.

3. Фізична терапія, ерготерапія при неврологічних дисфункціях Навчальний посібник Луцьк – 2022р.

4. Frozen shoulder: Diagnosis and treatment of adhesive capsulitis Achilova F, Daher M, Nassar JE, Daniels AH, Abboud JA. *Am J Med*. 2026 May;139(5):598-605. doi: 10.1016/j.amjmed.2026.01.021. Epub 2026 Jan 23. PMID: 41581632

5. Adhesive Capsulitis: A Comprehensive Review of Pathogenesis, Diagnosis, and Clinical Management. Ashley Diekemper, Anthony Martinez, Gibbs H, Cruz C, Zhou L, Song DJ. *Iowa Orthop J*. 2026;46(1):107-118. PMID: 42445120

6. Effects of seven types of exercise in the treatment of rotator cuff-related shoulder pain (RCRSP): a systematic review and Bayesian network meta-analysis. Zhang W, Du M, Xia L, Hao F, Tian M.J Orthop Surg Res. 2025 Nov 23;20(1):1075. doi: 10.1186/s13018-025-06514-4.PMID: 41276811

7. Елек О. В. Фізична терапія при патології плечового суглоба: методичні рекомендації. Київ: Медицина, 2024. 142 с.

АГОНІСТИ РЕЦЕПТОРІВ GLP-1 ТА РИЗИК РАКУ ЩИТОПОДІБНОЇ ЗАЛОЗИ

Діденко Катерина Андріївна

Асистент кафедри загальної практики – сімейної медицини
та внутрішніх хвороб
Харківський національний медичний університет

Аксьонова Анастасія Сергіївна

Здобувач освіти
Харківський національний медичний університет

Карнаушенко Анна Андріївна

Здобувач освіти
Харківський національний медичний університет

Вступ. Широке впровадження агоністів рецепторів GLP-1 (АГП-1) у клінічну практику лікування цукрового діабету 2 типу та ожиріння спровокувало хвилю занепокоєння щодо ризику розвитку раку щитоподібної залози. Подібно до доклінічних досліджень на гризунах, у яких АГП-1 викликали дозозалежну гіперплазію С-клітин та розвиток медулярного раку (МРЩЗ), управління FDA ввело застереження щодо протипоказань при сімейному МРЩЗ та синдромі MEN 2 [9,10]. Однак людські С-клітини мають мінімальну експресію рецепторів GLP-1, а метааналізи та великі міжнародні вибірки із залученням активного компаратора для інгібіторів дипептидил пептидази-4 (iDPP-4) - не виявили підвищення причинного ризику. Водночас нетривалий сплеск діагностики карцином, який виявили у перший рік терапії, пояснюють частішим призначенням ультразвукового дослідження (УЗД) під впливом застережень [2].

Мета. Провести критичний аналіз та систематизацію наукових доказів щодо наявності причинно-наслідкового зв'язку між терапією агоністами рецепторів GLP-1 та розвитком раку щитоподібної залози.

Матеріали та методи. Проведено систематичний огляд та аналіз публікацій (2011-2026 рр.) у базах даних PubMed, Scopus та Cochrane Library. Проаналізовано дані доклінічних випробувань, рандомізованих контрольованих досліджень, метааналізів та популяційних фармакоепідеміологічних досліджень з приводу оцінки ризику розвитку раку щитоподібної залози на тлі терапії АГП-1 [1-10].

Результати та обговорення. Біологічна вірогідність онкогенного впливу АГП-1 суттєво обмежується міжвидовими відмінностями. Якщо у гризунів АГП-1 викликають гіперплазію до С-клітин та медулярний рак через високу щільність GLP-1R, то у людини експресія цих рецепторів є мінімальною [1, 2]. Водночас метааналізи та рандомізовані клінічні дослідження (РКД), зокрема праці Cao et al., Silverii et al., та Duchemin et al. (2025), підтверджують низьку абсолютну

частоту раку щитоподібної залози без достовірного підвищення причинного ризику [2, 4, 5, 9]. Однак обмежена тривалість РКД зменшує їх точність щодо виявлення рідкісних або відстрочених неоплазій. Тим не менш, відсутність зростання сироваткового кальцитоніну в людських випробуваннях унеможливорює сліпе екстраполювання результатів з моделей гризунів на клінічну практику [1, 2, 4, 8, 9].

Дані реальної клінічної практики демонструють суперечливі результати через відмінності в дизайні досліджень. Так, французьке дослідження “випадок-контроль” (Bezin et al., 2023) виявило зростання ризику раку щитоподібної залози (HR = 1,58; для МРЩЗ – 1,78) [2, 6]. На відміну від цього, скандинавські та міжнародні когортні дослідження (Pasternak et al., 2024; Baxter et al., 2025; понад 2,5 млн. осіб) із залученням активного компаратора для iDPP-4 не виявили підвищення ризику (об’єднаний HR = 0,81) [1, 9]. Ця розбіжність пояснюється залишковим змішуванням у дослідженнях “випадок-контроль”, тоді як використання iDPP-4 нівелює систематичні відмінності між групами.

Сплеск діагностики раку щитоподібної залози на початку терапії АГП-1 є наслідком медичного спостереження, а не онкогенезу *de novo*. Так, у дослідженні Brito et al. ризик зростає лише в перший рік (HR = 1,85) за умови частішого призначення УЗД (2,1% проти 1,5%), тоді як надалі він повністю зникає (HR = 0,78) [3]. З огляду на повільний ріст пухлини, це підтверджує наявність систематичної помилки виявлення і гіпердіагностику вже наявних латентних вузлів.

Остаточним підтвердженням онкологічної безпеки АГП-1 є відсутність їх впливу на вже наявні неоплазії. Так, дослідження Patrizzo et al. (2026), яке оцінювало кінетику пухлин у пацієнтів із папілярними мікрокарциномами під час активного спостереження, показало, що прийом АГП-1 протягом 5,5 років не змінював об’єм чи діаметр пухлин порівняно з контрольною групою ($p = 0,53$) [8]. Більше того, тривалість терапії зворотно корелювала з їх об’ємом через покращення метаболічного профілю та зменшення хронічної гіперінсулінемії.

Висновки. Результати аналізу свідчать, що наявні докази не підтверджують онкогенного впливу АГП-1 на щитоподібну залозу у людини, а підвищення частоти нових діагнозів у перший рік терапії зумовлене медичною пильністю та систематичною помилкою виявлення. Доведені кардіометаболічні переваги препаратів значно переважають потенційні ризики, тому рутинний тиреоїдний скринінг не рекомендований пацієнтам без сімейного анамнезу МРЩЗ чи синдрому множинної ендокринної неоплазії 2-го типу (MEN 2).

Список літератури

1. Espinosa De Ycaza AE, Brito JP, McCoy RG, Shao H, Singh Ospina N. Glucagon-Like Peptide-1 Receptor Agonists and Thyroid Cancer: A Narrative Review. *Thyroid*. 2024;34(4):403-418. doi:10.1089/thy.2023.0530
2. Baxter SM, Lund LC, Andersen JH, Brix TH, Hegedüs L, Hsieh MH, Su CT, Cheng MC, Chang ZC, Lai EC, Hussain S, Chu C, Gomes T, Antoniou T, Eskander A, Bouck Z, Tadrous M, Bea S, Choi EY, Shin JY, Modig K, Talbäck M, Ljung R, Gulseth

HL, Karlstad Ø, Hicks B, Pottegård A. Glucagon-Like Peptide 1 Receptor Agonists and Risk of Thyroid Cancer: An International Multisite Cohort Study. *Thyroid*. 2025 Jan;35(1):69-78. doi: 10.1089/thy.2024.0387. Epub 2025 Jan 8. PMID: 39772758.

3. Brito JP, Herrin J, Swarna KS, et al. GLP-1RA Use and Thyroid Cancer Risk. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*. 2025;151(3):243-252. doi:10.1001/jamaoto.2024.4852

4. Silverii GA, Marinelli C, Bettarini C, Del Vescovo GG, Monami M, Mannucci E. GLP-1 receptor agonists and the risk for cancer: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Diabetes Obes Metab*. 2025;27(8):4454-4468. doi:10.1111/dom.16489

5. Duchemin L, Morice A, Morice PM, Bernardeau C, Alexandre J, Fedrizzi S, Da Silva A, Boismoreau L, Faillie JL, Dolladille C. Risk of thyroid cancer related to glucagon-like peptide-1 receptor agonists: A systematic review with meta-analysis of harms of randomized controlled trials. *Diabetes Obes Metab*. 2025 Aug;27(8):4607-4610. doi: 10.1111/dom.16504. Epub 2025 Jun 5. PMID: 40468864.

6. Bezin J, Gouverneur A, Pénichon M, Mathieu C, Garrel R, Hillaire-Buys D, Pariente A, Faillie JL. GLP-1 Receptor Agonists and the Risk of Thyroid Cancer. *Diabetes Care*. 2023 Feb 1;46(2):384-390. doi: 10.2337/dc22-1148. PMID: 36356111.

7. Toro-Tobon D, Singh Ospina N, Brito JP. Thyroid Cancer Risk with GLP-1 Receptor Agonists: Evidence, Knowledge Gaps, and the Path Forward. *Thyroid*. 2025;35(1):3-5. doi:10.1089/thy.2024.0690

8. Armando Patrizio, Samantha K Newman, R Michael Tuttle, Laura Boucai, Effect of GLP-1 Receptor Agonists on Patients with Thyroid Carcinomas Undergoing Active Surveillance, *Journal of the Endocrine Society*, Volume 10, Issue 1, January 2026

9. E. Watts, J. Wadsley, N. Sharma, and K. Boelaert, “ Joint Society Statement From the Society for Endocrinology (SfE), the British Thyroid Association (BTA) and the British Association of Endocrine and Thyroid Surgeons (BAETS) Regarding the Association of GLP-1 Agonists and Thyroid Cancer,” *Clinical Endocrinology* 104 (2026): 507-509,

10. U.S. Food and Drug Administration. Wegovy (semaglutide) prescribing information [Internet]. Silver Spring (MD): U.S. Food and Drug Administration; 2026 [cited 2026 Sep 27].

ТИНІТУС: В ЧОМУ ПОЛЯГАЄ ЙОГО СКЛАДНІСТЬ?

Павлова Софія Олександрівна

студентка

Харківський національний медичний університет

Дзиза Алла Василівна

асистент

Харківський національний медичний університет

Актуальність: тинітус - це аномальне сприйняття звуку, яке виникає за відсутності зовнішнього акустичного подразника. Серед усього населення планети дана патологія присутня у близько 15% людей, але лише 2,4% зазнають відчутний дискомфорт, що приносить страждання. [2] Серед ускладнень тинітуса виділяють: тривогу, безсоння, депресію, стрес, втрату концентрації уваги.

Природний перебіг тинітуса показує, що після його появи він, ймовірно, залишається у 80% пацієнтів, причому у 20% пацієнтів спостерігається повне спонтанне одужання протягом 4 років [3]. З часом шум у вухах стає частиною самоідентичності людини, що у свою чергу ускладнює діагностику.

Мета роботи: дослідити етіологію виникнення тинітуса та сформулювати висновки, щодо можливих методів лікування.

Матеріали та методи: аналіз наукової літератури за темою.

Результати: тинітус - це гетерогенне захворювання, тобто важко виділити загальний механізм/причину виникнення. Також слід зазначити, що у виникненні тинітуса може брати участь як виключно один з механізмів, так і їх комбінація.

Серед основних напрямків, які провокують виникнення шуму у вухах виділяють:

1. Втрата слуху. Депривація слухового сигналу з навколишнього середовища відноситься до найпоширенішої причини виникнення шуму у вухах, але слід відмітити, що це не є константою. Тобто втрата слуху може бути без виникнення шуму і відповідно навпаки, скоріш за все це можна пояснити часовою затримкою у виникненні патологій. Але у більшості випадків латеральність та частота тинітуса зазвичай збігаються з втратою слуху (при втраті слуху з правої сторони – шум виникає відповідно стороні втрати).

2. Соматосенсорика. Даний механізм пояснюється тим, що змінений вхідний сигнал від соматосенсорної системи може впливати на активність центральних слухових шляхів через другий шийний спинномозковий нерв та аферентні волокна трійчастого нерва, які взаємодіють зі слуховим вхідним сигналом у дорсальному ядрі завитка (кохлеарне ядро). У житті це проявляється у вигляді того, що хворі здатні змінювати гучність та характер тинітуса за рахунок зміни положення голови, шиї або щелепи. І навпроти, травми шиї, особливо по типу «хлистові», та захворювання, пов'язані зі скронево-нижньощелепним суглобом здатні провокувати виникнення шуму.

3. Депресія та тривога. Цікавість даної причини полягає в тому, що вона може бути як фактором тинітусу, так і виникати в наслідок нього. Яскравим прикладом цього є хвороба Мен'єра, де поширеність депресії серед хворих сягає 50%. [1] Вважають, що відбувається перекриття мереж мозку, де кожна з них відповідає за якийсь певний прояв, а саме гіпокампаально-кортикальна (система пам'яті) порівнює поточний прояв шуму з минулими тим самим визначає його гучність, лобно-тім'яна (система контролю) фіксує увагу на шумі, тобто сприймає його як «подразник, на який слід звернути увагу» та лімбічної (система контролю емоцій) – у результаті її постійного подразнення виникають депресивні стани на тлі негативних емоцій від шуму та відповідно навпаки. Слід відмітити, що взаємодії всередині мереж – мінлива, тому і тинітус характеризується часовими змінами.

4. Коморбідність. Зафіксовані випадки, коли у людей з діагностованою катарактою або з порушенням балансу також фіксували розвиток шуму у вухах. Це вказує на те, що у механізмах розвитку можуть лежати мультимодальні взаємодії.

Окрім цих основних напрямків розвитку тинітусу також можна відмітити і інші: фізичні травми, алко- та наркозалежності, ліки (протипухлинні, антибіотики, НПЗЗ, антидепресанти) та токсини (кадмій, марганець, хром).

Висновок: проаналізувавши інформацію, дійсно можна зробити висновок, що у розвитку тинітусу закладено багато різних факторів, що у свою чергу і ускладнює лікування, оскільки досі немає єдиного консенсусу з цього приводу.

Як правило лікування є симптоматичним, але в більшості випадків це не призводить до виліковування пацієнта від тинітусу. Застосовують антидепресанти (Амітриптилін, Нортриптилін, Пароксетин), протисудомні (Карбамазепін, Габапентин, Ламотриджин), бензодіазепіни (Клоназепам, Діазепам), глутаматергічні (Акампросат, Ескетамін, Мемантин), міорелаксанти (Циклобензаприн, Еперизон, Орфенадрин), місцевий анестетик (Лідокаїн) та інші (Аторвастатин, Мелатонін, Мізопростол, 3,4-метилендіоксиметамфетамін (МДМА), Налоксон, Ондансетрон, Окситоцин, Пірибедил, Праміпексол, Варденафіл, Вітамін В12, Цинк). Також у разі втрати слуху встановлюють кохлеарні імпланти та слухові апарати. З немедикаментозного лікування застосовують гіпербаричну оксигенацію, фізіотерапію, психотерапію, низькоінтенсивну лазерну терапію. Інколи навіть вдаються до нетрадиційної медицини по типу акупунктури та її теорії меридіанних акупунктурних точок. [2]

Крім того відсутні також і об'єктивні показники, за якими можна було б дослідити ступінь прояву тинітусу, але на даний момент розроблені стандартизовані анкети для оцінки шуму, що звісно полегшує діагностику, але все ще залишається суб'єктивним методом.

Список літератури

1. Langguth B, de Ridder D, Schlee W, Kleinjung T. Tinnitus: Clinical Insights in Its Pathophysiology-A Perspective. J Assoc Res Otolaryngol. 2024 Jun;25(3):249-258.

doi: 10.1007/s10162-024-00939-0. Epub 2024 Mar 26. PMID: 38532055; PMCID: PMC11150221.

2. Kleinjung T, Peter N, Schecklmann M, Langguth B. The Current State of Tinnitus Diagnosis and Treatment: a Multidisciplinary Expert Perspective. *J Assoc Res Otolaryngol*. 2024 Oct;25(5):413-425. doi: 10.1007/s10162-024-00960-3. Epub 2024 Aug 13. PMID: 39138756; PMCID: PMC11528090.

3. Vanneste S, van de Heyning P, De Ridder D. The neural network of phantom sound changes over time: a comparison between recent-onset and chronic tinnitus patients. *Eur J Neurosci*. 2011 Sep;34(5):718-31. doi: 10.1111/j.1460-9568.2011.07793.x. Epub 2011 Aug 16. PMID: 21848924.

4. Yu S, Wu J, Sun Y, Lyu J. Advances in acupuncture treatment for tinnitus. *Am J Otolaryngol*. 2024 May-Jun;45(3):104215. doi: 10.1016/j.amjoto.2024.104215. Epub 2024 Jan 5. PMID: 38218028.

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ДІАГНОСТИКИ ТА МЕНЕДЖМЕНТУ ГЕНІТОУРИНАРНОГО МЕНОПАУЗАЛЬНОГО СИНДРОМУ

Сюсюка В. Г.

доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри акушерства і гінекології,
Запорізький державний медико-фармацевтичний університет

Сергієнко М. Ю.

кандидат медичних наук, доцент 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

Кирилюк О. Д.

кандидат медичних наук, доцент кафедри акушерства і гінекології,
Запорізький державний медико-фармацевтичний університет

Рослік О.А.

асистент кафедри акушерства і гінекології,
Запорізький державний медико-фармацевтичний університет

Атрофічний кольпіт (вагініт) має безліч синонімів, які відображають його сутність. У медичній літературі можна зустріти такі визначення, як віковий, постменопаузний, сенільний кольпіт (вагініт) та вульвовагінальна атрофія (ВВА) [1, 2]. У 2014 році під час конференції за участю експертів Міжнародного товариства з вивчення жіночого сексуального здоров'я (ISSWSH) і Північноамериканського товариства менопаузи (NAMS) була запропонована нова номенклатура [3, 4]. З цього моменту терміни вульвовагінальна атрофія і атрофічний вагініт були замінені на сечостатевий синдром менопаузи або генітоуринарний менопаузальний синдром (ГУМС). Він описує низку неприємних статевих, сексуальних і сечових симптомів, які можуть бути ізольованими або існувати одночасно та не пов'язані з іншими захворюваннями [4]. В основі захворювання лежить клімактеричний гормональний дисбаланс з поступово наростаючим дефіцитом естрогенів, що призводить до атрофічних змін тканин жіночих статевих органів, витончення епітелію піхви. Такі зміни вульви, піхви та нижніх сечових шляхів можуть мати вплив на якість життя жінки в менопаузі, особливо сексуально активних [5-11]. Гіпоестрогенний стан призводить до гормональних та анатомічних змін, основними симптомами яких є сухість, печіння та подразнення статевих органів, позиви до сечовипускання,

дизурія, а також рецидивуючі інфекції сечовивідних шляхів [12]. Дегенеративні зміни супроводжуються запальними явищами і порушеннями мікрофлори середовища піхви. У жінок з'являється безліч скарг: хвороба приймає хронічний перебіг, поступово прогресує, загрожує серйозними ускладненнями [13]. ГУМС синдром може проявлятися вагінальною сухістю, печінням і подразненням, сечовими симптоми та дизурією, гострими, а також рецидивуючими інфекціями сечовивідних шляхів, дискомфортом відчуттями болю й сухістю під час інтимних стосунків. Він, як правило, прогресує без ефективної терапії [14].

Лікування даної патології залежить від тяжкості та типу симптомів, а також від уподобань та очікувань жінки. Основною терапевтичною метою є полегшення симптомів, і гормональна терапія залишається найефективнішим вибором для лікування клінічних проявів, незважаючи на побічні ефекти від її застосування. Оскільки існує багато варіантів терапії, тому її слід підбирати індивідуально [12, 15, 16].

У відповідності з Наказом № 1039 «Менопаузальні порушення та інші розлади в перименопаузальному періоді» від 17.16.2022 року, терапією першої лінії для менш виражених симптомів є негормональні вульварні та вагінальні змазки, вагінальні зволожуючі засоби, які застосовують регулярно (кілька разів на тиждень). Індивідуальні лубриканти та зволожуючі креми ефективні для полегшення дискомфорту та болю під час статевого акту для жінок із легкою та помірною сухістю піхви, особливо для тих, у кого є протипоказання до призначення естрогену або які вирішили його не використовувати. Враховуючи, що існує різниця між зволожувачами, жінкам слід рекомендувати обирати продукт, який є оптимально збалансованим як за осмоляльністю, так і за рН, а також фізіологічно найбільш схожий на природні вагінальні виділення [17].

Інтравагінальні естрогенові продукти, крем з кон'югованим естрогеном, крем з естрадіолом, таблетки естрадіолу, вагінальне кільце з естрадіолом і трансдермальний пластир з естрадіолом демонструють однозначне полегшення симптомів і покращення підкислення вагінальних тканин [18, 19]. Рекомендовано використовувати найнижчу ефективну дозу, щоб зменшити системний вплив естрогену [20].

У США та Канаді призначають вагінальні супозиторії з низькими дозами дегідроепіандростерону, що застосовується щодня для лікування диспареунії середнього та важкого ступеня у жінок у менопаузі (також відомий як прастерон), це стероїдний гормон, який є проміжним продуктом у біосинтезі андрогенів та естрогенів [14].

Гормональна терапія місцевими естрогенами вважається «золотим стандартом», але вона не завжди безпечна або прийнятна. Однак є випадки, коли існують клінічні побоювання щодо її використання або жінки вибирають негормональні варіанти. Таким чином, для лікування симптомів у потрібні безпечні та ефективні негормональні засоби [5, 10].

Рандомізоване контрольоване дослідження показало ефективність і безпеку одноразових аплікаторів, попередньо наповнених вагінальним гелем на основі

гіалуронової кислоти для лікування симптомів, пов'язаних з ВВА, у жінок у постменопаузі [21].

Висновок

Отже, терміни сечостатевий синдром менопаузи або генітоуринарний менопаузальний синдром, які використовуються в даний час, вважаються більш точним і всеосяжним у порівнянні з вульвовагінальною атрофією та атрофічним вагінітом. Даний синдром є доволі поширеним захворюванням, особливо серед жінок у період постменопаузи, що обумовлено зниженням рівня естрогенів. Враховуючи серйозні наслідки для здоров'я та якості життя даного контингенту пацієнток, з метою успішного лікування, першочерговою є саме своєчасна діагностика захворювання.

Список літератури

1. Brotman RM, Shardell MD, Gajer P, et al. Association between the vaginal microbiota, menopause status, and signs of vulvovaginal atrophy. *Menopause*. 2014;21(5):450-458.
2. Brotman RM, Shardell MD, Gajer P, et al. Association between the vaginal microbiota, menopause status, and signs of vulvovaginal atrophy. *Menopause*. 2018;25(11):1321-1330.
3. Portman DJ, Gass ML; Vulvovaginal Atrophy Terminology Consensus Conference Panel. Genitourinary syndrome of menopause: new terminology for vulvovaginal atrophy from the International Society for the Study of Women's Sexual Health and The North American Menopause Society. *Climacteric*. 2014;17(5):557-563.
4. Cox S, Nasser R, Rubin RS, Santiago-Lastra Y. Genitourinary Syndrome of Menopause. *Med Clin North Am*. 2023;107(2):357-369.
5. Tersigni C, Di Simone N, Tempestilli E, et al. Non-hormonal treatment of vulvovaginal atrophy-related symptoms in post-menopausal women. *J Obstet Gynaecol*. 2015;35(8):835-838.
6. Hocké C, Diaz M, Bernard V, et al. Syndrome génito-urinaire de la ménopause (SGUM). RPC les femmes ménopausées du CNGOF et du GEMVi [Genitourinary menopause syndrome. Postmenopausal women management: CNGOF and GEMVi clinical practice guidelines]. *Gynecol Obstet Fertil Senol*. 2021;49(5):394-413.
7. Ojha N, Bista KD, Bajracharya S, Katuwal N. Genitourinary Syndrome of Menopause among Postmenopausal Women in a Tertiary Care Centre: A Descriptive Cross-sectional Study. *JNMA J Nepal Med Assoc*. 2022;60(246):126-131.
8. Reed BD, Harlow SD, Legocki LJ, et al. Oral contraceptive use and risk of vulvodynia: a population-based longitudinal study. *BJOG*. 2013;120(13):1678-1684.
9. Calleja-Agius J, Brincat MP. The urogenital system and the menopause. *Climacteric*. 2015;18 Suppl 1:18-22.
10. Sarmiento ACA, Kamilos MF, Costa APF, Vieira-Baptista P, Eleutério J Jr, Gonçalves AK. Use of Moisturizers and Lubricants for Vulvovaginal Atrophy. *Front Reprod Health*. 2021;3:781353.

11. Moral E, Delgado JL, Carmona F, et al. The impact of genitourinary syndrome of menopause on well-being, functioning, and quality of life in postmenopausal women. *Menopause*. 2018;25(12):1418-1423.
12. Costa APF, Sarmiento ACA, Vieira-Baptista P, Eleutério J Jr, Cobucci RN, Gonçalves AK. Hormonal Approach for Postmenopausal Vulvovaginal Atrophy. *Front Reprod Health*. 2021;3:783247.
13. Pinkerton JV, Stanczyk FZ. Clinical effects of selective estrogen receptor modulators on vulvar and vaginal atrophy. *Menopause*. 2014;21(3):309-319.
14. Уніфікований клінічний протокол первинної, вторинної (спеціалізованої), третинної (високоспеціалізованої) медичної допомоги «Клімактеричні розлади та інші розлади в перименопаузальному періоді»: Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 17 червня 2022 року № 1039. Репродуктивна ендокринологія. 2023;67:8-29.
15. The NAMS 2017 Hormone Therapy Position Statement Advisory Panel. The 2017 hormone therapy position statement of The North American Menopause Society. *Menopause*. 2017;24(7):728-753.
16. Stabile G, Topouzova GA, De Seta F. The role of microbiota in the management of genitourinary syndrome of menopause. *Climacteric*. 2023;26(4):353-360.
17. Edwards D, Panay N. Treating vulvovaginal atrophy/genitourinary syndrome of menopause: how important is vaginal lubricant and moisturizer composition?. *Climacteric*. 2016;19(2):151-161.
18. Mills BB. Vaginitis: Beyond the Basics. *Obstet Gynecol Clin North Am*. 2017;44(2):159-177.
19. Harlow SD, Gass M, Hall JE, et al. Executive summary of the Stages of Reproductive Aging Workshop + 10: addressing the unfinished agenda of staging reproductive aging. *J Clin Endocrinol Metab*. 2012;97(4):1159-1168.
20. Heller DS, Weiss G, Bittman S, Goldsmith L. Does a diagnosis of atrophic vaginitis on Papanicolaou test signify the presence of inflammation?. *Menopause*. 2015;22(8):814-815.
21. Nappi RE, Kotek M, Brešťanský A, Giordan N, Beriotto I, Tramentozzi E. Treatment of vulvo-vaginal atrophy with hyaluronate-based gel: a randomized controlled study. *Minerva Obstet Gynecol*. 2022;74(6):480-488. doi:10.23736/S2724-606X.21.04841-7

THE SPEECH ACT OF APOLOGY IN CONTEMPORARY ENGLISH DISCOURSE: PRAGMATIC AND COMMUNICATIVE PERSPECTIVES

Fitas Halyna,

Senior lecturer,
Department of English Philology
Uzhhorod University

The linguistic realization of apologies has attracted considerable attention in contemporary pragmatics. Previous research has examined indirect linguistic means of expressing apologies, emphasizing the relationship between the grammatical structure of an utterance and its illocutionary force. Indirect apologies may be realized through statements, questions, explanations, or expressions of regret rather than conventional apologetic formulas. Their interpretation depends on the communicative context and the hearer's ability to recognize the speaker's intention [1].

Another direction concerns the conditions necessary for the successful realization of apology speech acts. Three major types of apologies can be distinguished: emphatic, phatic, and official. Emphatic apologies foreground the sincerity of the speaker and the recognition of responsibility for an offence. Phatic apologies primarily serve to maintain social conventions and regulate everyday interaction, whereas official apologies occur in institutional or socially asymmetrical communicative situations. The effectiveness of these speech acts depends on the relationship between the participants, their communicative status, the circumstances of the offence, and the speaker's attitude towards the situation [2].

The differentiation between apologies, regret, and sympathy constitutes another significant problem in linguistic pragmatics. These speech acts may share identical linguistic forms while performing different communicative functions. For example, the expression *I am sorry* may indicate an apology when the speaker acknowledges responsibility for an offence, express regret concerning an unfortunate situation, or communicate sympathy when the hearer has experienced difficulties caused by circumstances beyond the speaker's control. Consequently, the pragmatic interpretation of such utterances requires consideration of the speaker's intentions, responsibility, and the circumstances of communication [3].

The theoretical analysis of these approaches demonstrates that apologies should be investigated as context-dependent communicative actions rather than isolated linguistic formulas. Their pragmatic characteristics are determined by the interaction between linguistic expression, communicative intention, social relationships, and the anticipated response of the hearer.

One of the central characteristics of apology speech acts is the distinction between direct and indirect strategies. Direct apologies explicitly communicate the speaker's intention through conventional expressions such as *I apologize*, *I am sorry*, *Please forgive me*, and *I beg your pardon*. These expressions contain recognizable linguistic

markers that facilitate the identification of their illocutionary force. However, the presence of an apologetic formula does not necessarily guarantee that the utterance functions as an apology. Its communicative meaning is established through the relationship between the linguistic form and the specific situation in which it occurs.

Indirect apologies, by contrast, communicate the speaker's apologetic intention without necessarily employing conventional expressions. They may involve acknowledging responsibility, explaining the circumstances of an offence, offering compensation, or promising that the situation will not recur. For instance, the utterance *I should have informed you earlier* communicates recognition of responsibility, while *It will never happen again* expresses a commitment to changing future behaviour. In an appropriate communicative context, such statements may function as components of an apology despite the absence of explicit apologetic vocabulary.

The pragmatic effectiveness of indirect apologies is closely associated with the listener's interpretation of the speaker's communicative intention. The same utterance may perform different functions depending on contextual circumstances. For example, *I did not realize you were waiting* may constitute an explanation, an implicit apology, or an attempt to avoid responsibility. Its interpretation depends on the preceding interaction, the relationship between the participants, and the communicative expectations of the hearer. Thus, indirect apologies illustrate the importance of contextual information in identifying the illocutionary force of an utterance.

Another aspect of apology speech acts concerns their communicative success. The production of a grammatically correct apologetic expression does not automatically result in the restoration of interpersonal relationships. A successful apology generally requires the hearer to recognize the speaker's apologetic intention and regard the communicative action as appropriate to the circumstances. Sincerity, acknowledgement of responsibility, the seriousness of the offence, and the relationship between the participants may influence this process. However, an apology may be pragmatically appropriate even when the hearer chooses not to forgive the speaker.

The social context also determines the selection of apologetic strategies. In informal interpersonal communication, speakers frequently employ brief conventional formulas, particularly when the offence is relatively insignificant. Expressions such as *Sorry I'm late* or *Sorry to interrupt* may function as routine politeness markers. More serious offences, however, often require elaborate apologetic strategies involving explicit acknowledgement of responsibility, explanations, and offers of corrective action. In professional and institutional communication, apologies may additionally reflect organizational responsibilities, established conventions, and differences in communicative status.

The distinction between apology, regret, and sympathy is particularly important when analysing the pragmatic functions of conventional expressions. Although these speech acts frequently share similar linguistic forms, they differ in their underlying communicative intentions. An apology generally involves the speaker's acknowledgement of responsibility for an actual or perceived offence. Regret expresses a negative emotional attitude towards an undesirable situation but does not necessarily

imply responsibility. Sympathy, in turn, communicates emotional support or concern for another person's difficulties.

Consider the following examples: *I'm sorry I forgot about our meeting* (an apology involving acknowledgement of responsibility). *I'm sorry we didn't have more time together.* (an expression of regret concerning an undesirable situation). *I'm sorry to hear about your loss* (an expression of sympathy directed towards a person experiencing difficulties). These examples demonstrate that identical lexical elements may realize different speech acts. Their differentiation requires an examination of contextual circumstances, the speaker's relationship to the event, and the communicative purpose of the utterance. The expression *I am sorry* should therefore not be interpreted as an apology in every communicative situation.

An additional dimension of apology speech acts concerns their role in maintaining interpersonal relationships. Apologies contribute to the regulation of social interaction by acknowledging violations of communicative expectations and providing opportunities to restore mutual understanding. Their effectiveness is influenced by the participants' social distance, relative status, cultural background, and expectations regarding appropriate communicative behaviour. In contemporary English discourse, apologetic strategies may range from conventional politeness formulas to elaborate expressions of responsibility and reconciliation.

The pragmatic analysis of apologies also demonstrates the relationship between linguistic choices and the management of interpersonal relationships. Speakers may select direct or indirect strategies according to the seriousness of an offence, the emotional state of the hearer, and the potential consequences of the communicative situation. A direct apology may emphasize responsibility and sincerity, whereas an indirect strategy may provide an explanation or introduce an apologetic intention in a less explicit manner. The combination of several strategies is particularly relevant when speakers attempt to repair relationships following serious communicative conflicts.

In conclusion, the speech act of apology represents a complex pragmatic phenomenon whose realization depends on the interaction of linguistic, communicative, and sociocultural factors. Direct and indirect apologetic strategies differ in their linguistic forms and degrees of explicitness, while their communicative effectiveness is determined by contextual circumstances and the expectations of the participants. The differentiation between apology, regret, and sympathy further demonstrates that identical linguistic expressions may perform distinct pragmatic functions. The investigation of these characteristics contributes to a more comprehensive understanding of interpersonal pragmatics and the mechanisms through which English speakers negotiate responsibility, express emotional attitudes, and maintain social relationships.

References

1. Буренко Т. М. Непрямі мовні засоби реалізації вибачення. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Філологія. Соціальні комунікації*. 2019. Т. 30 (69). № 4. Ч. 2. С. 23–26. DOI: 10.32838/2663-6069/2019.4-2/05.

2. Ківенко І. О. Умови успішності реалізації мовленнєвого акту вибачення. *Львівський філологічний часопис*. 2022. № 12. С. 87–91.
3. Репушевська І. І. Диференціація мовленнєвих актів вибачення, жалю та співчуття (на матеріалі англійської мови). *Закарпатські філологічні студії*. 2023. Вип. 31. С. 80–84. DOI: 10.32782/tps2663-4880/2023.31.14.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MODERN PHILOLOGY: FROM DISCOURSE ANALYSIS TO DIGITAL LEXICOGRAPHY

Gazuda Oleksandra,
PhD, Associate Professor
of the Department of English Philology
Uzhhorod University

The rapid development of artificial intelligence (AI) has significantly transformed contemporary philological research, introducing new approaches to linguistic analysis, text interpretation, and lexicographic practice. AI-based technologies offer opportunities to process large volumes of linguistic data, identify recurring language patterns, and examine the stylistic characteristics of human- and machine-generated texts. At the same time, integrating AI into philological research raises important questions about linguistic accuracy, authorship, contextual interpretation, methodological transparency, and the role of human expertise. The growing use of intelligent technologies therefore requires not only an assessment of their practical advantages but also a reconsideration of traditional approaches to linguistic investigation.

The **aim** of this study is to examine the potential of artificial intelligence in modern philology, with particular attention to its application in discourse analysis and digital lexicography. The study focuses on the possibilities of AI-assisted linguistic analysis, the relationship between computational processing and human interpretation, and the methodological challenges associated with the integration of intelligent technologies into philological research.

One of the most prominent areas of AI application in linguistics is the analysis of literary and non-literary discourse. AI-generated texts increasingly demonstrate linguistic features traditionally associated with human authorship, making the distinction between human and machine writing a relevant research problem. Khedr and Abbas [1] investigate human and machine authorship, stylistic characteristics, and the perception of AI-generated texts in different discourse types. Their research provides a theoretical basis for examining how artificial intelligence influences textual production and challenges conventional approaches to authorship and stylistic analysis. The increasing sophistication of generative models has complicated the identification of machine-produced texts, particularly when such texts demonstrate grammatical accuracy, lexical diversity, and coherent textual organization. Consequently, linguistic research must consider not only the formal characteristics of generated discourse but also the mechanisms through which artificial intelligence reproduces established communicative conventions.

From a linguistic perspective, AI-assisted discourse analysis involves examining lexical choices, syntactic structures, semantic relationships, pragmatic features, and patterns of textual cohesion. Automated tools can facilitate the identification of

recurring linguistic structures across extensive text collections, allowing researchers to investigate similarities and differences between texts belonging to various genres and communicative contexts. For example, comparative analysis of human- and AI-generated academic texts may focus on the frequency of lexical bundles, the distribution of discourse markers, the complexity of syntactic constructions, and the use of evaluative vocabulary. In literary discourse, attention may be directed towards figurative language, narrative organization, stylistic variation, and the representation of individual authorial style. Such investigations can contribute to a more detailed understanding of the linguistic mechanisms underlying both human and machine text production.

An important aspect of AI-assisted discourse analysis concerns the relationship between linguistic form and communicative function. Although artificial intelligence can identify formal similarities between texts and generate discourse that conforms to particular genre conventions, the interpretation of communicative intentions remains a complex methodological issue. Human communication is influenced by social relationships, cultural expectations, individual experience, and specific situational contexts. These factors determine not only the selection of linguistic units but also their pragmatic interpretation. Irony, implicit evaluation, intertextual references, and culturally specific meanings may present particular difficulties for automated analysis. Therefore, computational findings should be interpreted in relation to the broader communicative environment in which linguistic phenomena occur.

The distinction between human and machine authorship also introduces new perspectives into contemporary stylistics. Traditional stylistic analysis frequently relies on identifying individual linguistic preferences, recurrent syntactic constructions, lexical patterns, and distinctive rhetorical strategies. However, generative AI systems are capable of reproducing stylistic features associated with different genres, communicative situations, and writing conventions. This creates additional challenges for authorship attribution, particularly when texts have undergone several stages of human and machine editing. In this context, the investigation of AI-generated discourse requires an integrated approach combining quantitative linguistic analysis with qualitative interpretation. Rather than relying exclusively on automated detection, researchers should examine the interaction between lexical, grammatical, semantic, and pragmatic characteristics within individual texts.

Another important direction is the integration of intelligent technologies into digital lexicography. Markus and Kirner-Ludwig [2] examine the capabilities and limitations of artificial intelligence through the example of *English Dialect Dictionary Online 4.0*. Their study provides a philological perspective on the relationship between emerging computational technologies and the development of digital lexicographic resources. It also draws attention to the importance of linguistic expertise in evaluating the possibilities of artificial intelligence and determining the extent to which automated technologies can contribute to lexicographic research. This perspective is particularly significant because dictionary compilation involves not only the collection and classification of lexical material but also the interpretation of semantic distinctions, historical developments, regional variation, and contextual usage.

Digital lexicographic resources provide researchers with opportunities to investigate lexical variation, semantic relationships, geographical distribution, and historical changes in language. Unlike traditional printed dictionaries, digital platforms allow users to combine several search criteria and retrieve linguistic information according to specific research objectives. Such functionality is particularly valuable in dialectology, historical linguistics, and corpus-based studies. The integration of computational technologies into lexicographic practice may facilitate the identification of lexical correspondences, the classification of semantic variants, and the examination of relationships between lexical units across different historical periods and geographical areas. Furthermore, digital dictionaries can incorporate information from linguistic corpora, historical documents, and other electronic resources, thereby creating a more comprehensive representation of lexical development.

The potential application of AI in digital lexicography extends beyond the automation of individual research procedures. Intelligent technologies may assist lexicographers in identifying potential dictionary entries, detecting semantic relationships, grouping contextual examples, and examining changes in word usage. For instance, corpus-based analysis supported by computational methods can reveal emerging lexical meanings, shifts in collocational preferences, and differences between regional varieties of English. Such information is particularly relevant to the development and updating of contemporary electronic dictionaries. Nevertheless, the reliability of automated lexicographic procedures depends on the representativeness of linguistic data and the accuracy of the analytical methods employed. Lexical meanings are frequently context-dependent, while regional and historical varieties may contain forms that are insufficiently represented in contemporary digital corpora.

The relationship between discourse analysis and digital lexicography reveals two complementary dimensions of AI-assisted philological research. While discourse analysis focuses on language use, textual organization, and communicative functions, digital lexicography concentrates on the systematic representation and retrieval of lexical information. Both areas benefit from computational methods that facilitate the processing and organization of extensive linguistic datasets. Moreover, the interaction between these fields creates opportunities for investigating how lexical meanings are established, reproduced, and transformed through actual language use. Corpus-based discourse analysis can provide lexicographers with contextual evidence of lexical variation, while digital dictionaries offer researchers structured information about semantic relationships, etymology, and historical development.

The integration of these approaches is particularly relevant to the investigation of contemporary English, which demonstrates considerable lexical and stylistic diversity across different communicative environments. The development of digital communication, social media, and AI-generated content has accelerated the circulation of new lexical units and contributed to changes in established patterns of language use. Computational methods can assist researchers in identifying such developments, while lexicographic resources provide a basis for their systematic description. Combining discourse analysis with digital lexicography may therefore contribute to a more

comprehensive understanding of the relationship between lexical innovation, communicative practices, and linguistic variation.

However, the application of AI in philology also involves methodological limitations. Generated texts may reproduce stereotypical expressions, overlook culturally specific meanings, or create seemingly plausible but inaccurate linguistic information. Similarly, automated lexicographic systems depend on the quality of their underlying data, search algorithms, and classification principles. Another important concern is the limited transparency of certain AI models, which may make it difficult to explain how particular analytical results or linguistic interpretations have been produced. These limitations are especially significant in academic research, where methodological reproducibility, the reliability of evidence, and the possibility of independent verification are fundamental requirements.

Consequently, the effective integration of artificial intelligence into philological research requires a balanced methodological approach. Automated procedures can be employed during the preliminary stages of data collection, classification, and pattern identification, while human researchers remain responsible for evaluating the linguistic relevance and contextual validity of the results. The combination of quantitative and qualitative methods is particularly important because statistical regularities do not necessarily explain the communicative functions or cultural significance of linguistic phenomena. In addition, researchers should clearly distinguish between authentic linguistic data and AI-generated examples, document the computational tools used, and verify automatically produced interpretations against reliable linguistic sources.

References

1. Khedr N. A., Abbas N. F. AI in Literary and Non-Literary Discourse: A Systematic Review of Human and Machine Authorship, Style and Perception. Arab World English Journal. Special Issue on Artificial Intelligence. 2026. No. 3. P. 88–101. <https://doi.org/10.24093/awej/AI3.6>.
2. Markus M., Kirner-Ludwig M. A Philologist's Perspective on Artificial Intelligence – a Case Study into English Dialect Dictionary Online 4.0. International Journal of Lexicography. 2024. Vol. 37, No. 2. P. 226–252. <https://doi.org/10.1093/ijl/ecae001>.

LEXICAL INNOVATION AND TERMINOLOGICAL DEVELOPMENT IN ENGLISH FANFICTION

Stanko Daryna,

Doctor of Philological Sciences, Associate Professor,
Head of the Department of English Philology
Uzhhorod University

The rapid development of digital communication has created new opportunities for lexical innovation and the formation of specialized terminology. Fanfiction represents a particularly productive environment for these processes, as online fan communities continuously develop, modify, and adapt lexical units to describe literary genres, narrative techniques, character relationships, and creative practices. The vocabulary of fanfiction combines established literary terms with neologisms, abbreviations, compounds, semantic innovations, and expressions specific to fan communities. Unlike traditional literary terminology, which is generally characterized by relatively stable definitions, fanfiction terminology develops through continuous interaction among users of digital platforms. Its dynamic character makes it a relevant subject for contemporary linguistic and terminological research.

The aim of this study is to examine the principal mechanisms of lexical innovation and terminological development in English fanfiction, with particular attention to word formation, semantic change, the emergence of specialized lexical units, and their communicative functions within online fan communities.

The theoretical framework of the study draws on contemporary approaches to terminology and terminological systems. Contemporary approaches to terminology and terminological systems provide the theoretical foundation for this study. Particular attention has been paid to the semantic characteristics of terminological units and their standardization, especially the relationship between terminological meaning and the conceptual organization of specialized knowledge [1]. The distinction between terminology and terminological systems provides a basis for understanding the systematic organization of specialized lexical units [2]. Terminology has also been examined from descriptive, prescriptive, and explanatory perspectives, highlighting the relationship between specialized vocabulary and its communicative environment [3]. These approaches are particularly relevant to fanfiction, where terminology develops primarily through community interaction rather than institutional standardization.

The linguistic development of fanfiction is closely associated with the communicative practices and cultural conventions of online fan communities. The evolution of fandom and its transition from individual fan communities to broader fan worlds provides an important perspective on the social environments in which specialized vocabulary emerges [4]. Within these communities, terminology performs several interconnected functions: it facilitates communication, expresses shared cultural knowledge, identifies particular creative practices, and contributes to the construction of collective identity. Familiarity with specialized lexical units also allows

participants to recognize specific genres, narrative conventions, and relationships between fictional characters.

The *FanFiction.net* platform [5] provides a relevant digital environment for examining lexical innovation in fanfiction. Its system of genre classifications, story descriptions, character categories, and community-specific vocabulary illustrates how linguistic creativity contributes to the formation and development of specialized terminology. The platform also demonstrates the importance of concise linguistic expressions that allow authors to communicate essential information about their works and help readers identify texts corresponding to their interests.

One of the most productive mechanisms of lexical innovation in English fanfiction is abbreviation, which reflects the need for concise and efficient communication in digital environments. For example, *AU* (alternative universe) refers to a fictional setting in which characters, events, or circumstances differ from those established in the original narrative. The abbreviation *OC* (original character) denotes a character created by a fanfiction author rather than introduced in the original fictional universe. Similarly, *OOC* (out of character) describes a representation of a character whose behaviour, personality, or decisions differ from their established characterization. Another example is *OTP* (one true pairing), which refers to a fan's preferred romantic relationship between fictional characters. These abbreviations demonstrate how relatively complex concepts can be represented by compact lexical forms that are easily recognized within fan communities.

Another mechanism is compounding, which involves combining existing lexical elements to designate new concepts and creative practices. Terms such as *fanfiction*, *fanwork*, *songfic*, and *reader-insert* illustrate the productivity of this word-formation process. The term *fanwork* functions as a general designation for creative products developed by fans, including fictional narratives, illustrations, and other forms of artistic expression. *Songfic* refers to fanfiction inspired by or incorporating elements of a particular song, while *reader-insert* describes a narrative in which the reader is positioned as a character within the fictional universe. Such formations demonstrate how familiar linguistic resources acquire specialized meanings and become integrated into the vocabulary of digital fan communities.

Semantic innovation also plays a significant role in the development of fanfiction terminology. The term *canon*, traditionally associated with an established body of authoritative works, refers in fanfiction to the officially recognized events, characters, and relationships of an original fictional universe. By contrast, *fanon* denotes interpretations, assumptions, or characterizations widely accepted within a fan community but not explicitly confirmed by the original work. The emergence of this term illustrates the ability of fan communities to create new lexical units that express distinctions relevant to their communicative needs.

Another example of semantic development is *ship*, derived from *relationship*. Within fanfiction discourse, this lexical unit functions both as a noun referring to a romantic pairing and as a verb expressing support for a particular relationship between fictional characters. The related term *shipping* designates the practice of imagining, supporting, or discussing such relationships. These examples demonstrate how

semantic specialization and morphological derivation contribute to the expansion of fanfiction vocabulary.

The vocabulary of fanfiction includes numerous genre-specific terms that perform important classificatory and communicative functions. For instance, *fluff* typically refers to narratives characterized by positive emotions, affection, and relatively uncomplicated relationships, whereas *angst* describes works focusing on emotional suffering, psychological conflict, or difficult personal experiences. The term *hurt/comfort* identifies narratives in which physical or emotional suffering is followed by care, support, or consolation. *Crossover*, in turn, refers to fictional works that combine characters, settings, or narrative elements from two or more fictional universes. These lexical units allow authors to identify the emotional tone, thematic orientation, and narrative structure of their works while helping readers navigate extensive collections of fan-created texts.

A further characteristic of fanfiction terminology is its dependence on the communicative context. The meanings of certain lexical units may vary across fandoms, digital platforms, and individual communities. Terms that initially emerge within a particular fan group can gradually spread to other communities and become part of the broader vocabulary of digital culture. This process contributes to the continuous expansion of fanfiction terminology and illustrates the relationship between lexical innovation and social interaction.

Although many fanfiction terms possess recognizable meanings and are widely used across digital platforms, their definitions are not always fixed. New lexical units may appear spontaneously, while existing terms can undergo semantic extension, specialization, or reinterpretation. Consequently, the vocabulary of fanfiction demonstrates the coexistence of relatively stable terminological units and emerging expressions whose meanings continue to develop through communicative practice.

The analysis of these linguistic phenomena suggests that fanfiction terminology can be regarded as a dynamic system of interconnected lexical units reflecting the creative and communicative needs of online communities. Its development is influenced by both general linguistic mechanisms and the specific characteristics of participatory digital culture. Abbreviation and compounding contribute to the formation of new lexical units, while semantic extension and specialization allow existing words to acquire meanings relevant to fanfiction discourse. At the same time, genre-specific terminology provides an effective means of organizing fictional content and facilitating communication between authors and readers.

Thus, lexical innovation in English fanfiction involves several interconnected processes, including abbreviation, compounding, semantic extension, morphological derivation, and the development of specialized genre vocabulary. These mechanisms contribute to the formation of a dynamic terminological system that reflects the linguistic creativity, communicative practices, and cultural conventions of online fan communities. Further research may focus on the comparative analysis of fanfiction terminology across different digital platforms, the quantitative investigation of word-formation patterns, and the semantic adaptation of English fanfiction terms in other linguistic and cultural environments.

References

1. Кияк Т.Р. Семантичні аспекти нормалізації термінологічних одиниць. *Мова і культура. Серія «Філологія»*. К.: Наукове вид-во, 2008. Вип. 3. Т. 1, ч. 2. С. 57–71.
2. Попович Ю.В., Бялик В.Д. Поняття термінології та терміносистеми в сучасній лінгвістиці. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Філологія. Соціальні комунікації*. 2020. Т. 31(70), № 2(2). С. 206-211.
3. Cabré M. T. Theories of Terminology: Their description, prescription and explanation. *Terminology*. 2003. No. 2. P. 163–199.
4. Hills M. From fan culture/Community to the fan world: possible pathways and ways of having done fandom. *Palabra Clave*. 2017. 20(4). P. 856–883.
5. FanFiction.net. URL: <https://www.fanfiction.net//>

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ОРГАНІЗАЦІЇ ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Адєсва Ольга Вікторівна

канд. пед. наук, доцент кафедри фізичного виховання і спорту
Одеський національний університет імені І.І. Мечникова

Чебан Віталій Федорович

старший викладач кафедри фізичного виховання і спорту
Одеський національний університет імені І.І. Мечникова

Соколов Володимир Іванович

викладач кафедри фізичного виховання і спорту
Одеський національний університет імені І.І. Мечникова

Єфімов Григорій Олександрович

старший викладач кафедри фізичного виховання і спорту
Одеський національний університет імені І.І. Мечникова

Актуальність дослідження зумовлена тим, що повномасштабна війна суттєво змінила умови навчання, повсякденну активність і психоемоційне самопочуття здобувачів вищої освіти в Україні. Повітряні тривоги, вимушені переміщення, дистанційне або змішане навчання, порушення сну, невизначеність та тривале психоемоційне напруження створюють додаткове навантаження на організм молодшої людини.

Слід зазначити, що в дослідженнях науковців та педагогів-практиків в останні роки акцентується увага на поширенні симптомів тривоги, депресії, посттравматичного стресу та безсоння у студентської молоді, що підкреслює потребу у пошуках доступних засобів підтримки фізичного і психічного здоров'я тих хто здобуває вищу освіту в сучасних умовах [2, 3].

Обґрунтовуючи шляхи вирішення означеної проблеми, ми виходили з того, що головною метою і завданням навчального предмету «Фізичного виховання», належить до переліку обов'язкових освітніх компонентів майже усіх освітніх програм бакалаврського рівня вищої освіти є збереження та зміцнення здоров'я майбутніх фахівців; підтримання в них високого рівня фізичної активності протягом всього періоду навчання; формування особистості, здатної самостійно організовувати і дотримуватися здорового способу життя, використовувати фізичну культуру та спорт в умовах майбутньої професійної діяльності [2].

Фізична активність здобувача вищої освіти пов'язана як з тілесним так і з емоційним станом здобувачів вищої освіти. Мета-аналіз 2024 року, до якого

увійшло 59 досліджень, показав статистично значуще зменшення симптомів тривоги, депресії та стресу після програм фізичної активності у студентів [5].

Водночас автори наголошують на неоднорідності досліджень і низькій визначеності частини доказів. Тому коректніше говорити не про гарантований терапевтичний ефект вправ, а про науково обґрунтований потенціал фізичної активності як складової підтримки психічного здоров'я.

Доведено, що регулярна фізична активність сприяє виділенню ендорфінів, які покращують настрій, знижують відчуття тривоги та депресії. Регулярні фізичні вправи зменшують суб'єктивне напруження, покращують концентрацію та сон і загалом сприяють відчуттю благополуччя. Вони покращують короткострокову і довгострокову пам'ять, в процесі виконання фізичних вправ формується вміння концентрувати увагу на завданні та ігнорувати відволікаючі фактори. Регулярна фізична активність позитивно впливає та зміцнює усі системи організму – від серцево-судинної до нервової та дихальної.

Слід зазначити, що фізичне виховання є не лише ефективним засобом фізичного розвитку, зміцнення й захисту здоров'я здобувачів. Це ще і сфера спілкування, і вияв соціальної активності, розумна форма організації дозвілля, засіб розвитку морально-вольових якостей.

Для студентів під час війни важливим є психологічний механізм повернення до дії. Фізична вправа є конкретною, керованою активністю: людина може обрати її тривалість, інтенсивність і вид. За умов зовнішньої невизначеності така керованість здатна підтримувати відчуття організованості.

Отже, систематична фізична активність не замінює психологічної або медичної допомоги, коли така допомога необхідна, проте виступає важливим компонентом профілактики гіподинамії, підтримання працездатності, нормалізації сну та емоційної саморегуляції.

Аналіз науково-методичної літератури та досвіду викладання предмету фізичне виховання у ЗВО свідчить, що при організації фізичного виховання студентів в умовах військового стану, введеного на території України викладачі кафедр фізичного виховання закладів вищої освіти намагались використовувати різноманітні методи і засоби.

Доведено, що воєнний стан потребує гнучкої організації фізичного виховання. Заняття можуть перериватися через повітряні тривоги, відключення електроенергії, зміну місця проживання або дистанційне навчання. Тому ефективна програма повинна мати декілька варіантів: повноцінне тренування за наявності безпечних умов, короткий домашній комплекс, ходьбу або іншу доступну активність упродовж дня.

Українські дослідники наголошують, що в умовах воєнного стану програма навчальної дисципліни «Фізичне виховання» повинна враховувати не тільки розвиток фізичних якостей, а й підтримку ментального здоров'я студентів.

Дослідження мотивації здобувачів вищої освіти до різних видів фізичної активності свідчать про необхідність враховувати індивідуальні уподобання та бар'єри, які виникли під час війни.

Виходячи з вище зазначеного, можна стверджувати, що оптимізація процесу фізичного виховання в умовах воєнного стану, як спеціалізованої, цілеспрямованої, керуючої педагогічної діяльності, вимагає пошуку нових підходів до організації фізичної активності студентів та формування їхньої мотивації до самостійних занять фізичним вихованням та спортом, ціннісного ставлення до власного здоров'я. Універсальна програма для всіх здобувачів вищої освіти є менш доцільною, ніж можливість вибору безпечного та прийняттого виду руху.

Безпека має безумовний пріоритет. Під час сигналу повітряної тривоги тренування необхідно припинити та діяти відповідно до офіційних правил безпеки. Не слід виконувати інтенсивні вправи в умовах гострого нездужання, травми, високої температури або за наявності медичних протипоказань. Після тривалої перерви навантаження варто відновлювати поступово.

На нашу думку, доцільно поєднувати аеробну активність, вправи з власною масою тіла, мобілізаційні вправи та вправи з елементами стрейчингу.

Для зниження порогу входження можна використовувати короткі (10-15 хвилин) комплекси, поступово збільшуючи тривалість. Студентам, які навчаються дистанційно, корисно планувати активні перерви між заняттями.

Важливо, щоб фізична активність була регулярною протягом усіх років навчання та реалістичною для кожного конкретного здобувача освіти.

Висновки. Таким чином, фізичне виховання в умовах воєнного стану може виконувати декілька взаємопов'язаних функцій: профілактичну, оздоровчу, адаптаційну та психоемоційну. Його цінність полягає не у виконанні формальних нормативів, а у формуванні стійкої звички до руху та навичок самопідтримки, які залишаються корисними поза межами навчального процесу.

Список літератури

1. Адєєва О. В., Соколов В. І., Чебан В. Ф., Єфімов Г. О. Аксіологічний підхід у формуванні фізичної культури здобувачів вищої освіти. *Педагогічна академія: наукові записки*. 2025. № 19. URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15716878>

2. Адєєва О. В., Соколов В. І., Єфімов Г. О., Чебан В. Ф. Рухова активність студентів університету в умовах воєнного стану як соціально педагогічна проблема. *Computer-integrated technologies of automation of technological processes: proceeding X intern. scien. and pract. conf.*, (Hamburg, Germany nov. 05 – 08, 2024). Hamburg, 2024. P. 224-228.

3. Гуртова Т., Незгода С. Педагогічні основи корекції ментального здоров'я здобувачів вищої освіти у процесі фізичного виховання в умовах воєнного стану. *Освіта. Інноватика. Практика*. 2023. Т. 11, № 4. DOI: 10.31110/2616-650X-vol11i4-003.

4. Митчик О. П., Тарасюк В. Й., Мороз М. С. Фізичне виховання студентів умовах обмеження рухової активності. *Академічні студії. Серія «Педагогіка»*. 2023. № 1. С. 110–115. DOI: 10.52726/as.pedagogy/2023.1.16.

5. Huang K., Beckman E. M., Ng N. et al. Effectiveness of physical activity interventions on undergraduate students' mental health: systematic review and meta-analysis. *Health Promotion International*. 2024. Vol. 39(3). daae054. DOI: 10.1093/heapro/daae054.

ОФЛАЙН-ЗУСТРІЧІ ЯК ПРОСТІР ВІДНОВЛЕННЯ ПСИХОЛОГІЧНИХ РЕСУРСІВ ВНУТРІШНЬО ПЕРЕМІЩЕНИХ ОСІБ: ПРАКТИЧНА ІНТЕГРАЦІЯ МЕТОДУ ELHM

Павлюченко Марина Вікторівна

магістр психології, практикуючий психолог
Рівненський державний гуманітарний університет

Анотація. Розглянуто організацію очних ресурсних зустрічей для внутрішньо переміщених осіб як доступного групового формату психосоціальної підтримки. У центрі уваги — практичне поєднання безпечної групової взаємодії з елементами авторського методу Emotional-Level Happiness Management (ELHM) Т. Дунаєвської, спрямованого на емоційну усвідомленість і розуміння власних почуттів. Запропоновано структуру очної зустрічі, правила фасилітації, приклади рефлексивних завдань і підходи до оцінювання результатів. Підкреслено межі застосування групової підтримки та потребу перенаправлення учасників із вираженими симптомами до профільних фахівців.

Ключові слова: внутрішньо переміщені особи, ресурсні зустрічі, психологічна підтримка, групова взаємодія, емоційна усвідомленість, ELHM, вимушене переселення.

Актуальність і постановка проблеми

Вимушене переселення змінює не лише місце проживання людини, а й систему щоденних орієнтирів: звичне коло спілкування, сімейні ролі, відчуття належності до спільноти та уявлення про майбутнє. Внутрішньо переміщені особи часто змушені одночасно розв'язувати питання житла, працевлаштування й освіти дітей, підтримуючи контакти з близькими, які залишилися в інших регіонах. Відтак психологічний супровід має враховувати поєднання емоційних переживань із конкретними соціальними потребами. Міжвідомчі рекомендації IASC передбачають багаторівневу психосоціальну підтримку, важливими складниками якої є зміцнення сімейних і громадських ресурсів, доступність допомоги та повага до вибору людини [1].

Офлайн-формат ресурсних зустрічей є особливо значущим для переселенців, які відчують соціальну ізоляцію або мають обмежений доступ до сталих цифрових каналів спілкування. Безпосередній контакт допомагає створити передбачуваний простір, побачити підтримувальну реакцію інших учасників, потренувати навички спілкування та відновити відчуття власної причетності до місцевої громади. Водночас фізична присутність сама по собі ще не гарантує психологічної безпеки: потрібні зрозумілі правила, добровільність участі, повага до особистих меж і компетентна фасилітація.

Попередня праця М. Павлюченко була присвячена теоретико-практичному обґрунтуванню використання ELHM у ресурсних психологічних зустрічах [2]. У

цих тезах увагу перенесено з загального опису підходу на сценарій саме очної групової роботи: як організувати ресурсну зустріч, підтримати емоційну усвідомленість учасників і забезпечити зв'язок між усвідомленими почуттями та конкретними діями в повсякденному житті.

Мета та методологічні орієнтири

Мета роботи — окреслити практичну модель очної ресурсної зустрічі для внутрішньо переміщених осіб із використанням елементів ELHM, визначити організаційні умови її проведення та запропонувати інструменти зворотного зв'язку. Робота має описово-методичний характер: її основу становлять аналіз публікацій із психології стресу й групової підтримки, попередньої праці авторки та концептуальних положень методу ELHM. Кількісні висновки про клінічну ефективність очних зустрічей у цих тезах не заявляються.

Авторський метод ELHM, описаний Т. Дунаєвською в монографії, пропонує системну роботу з почуттями на основі моделі «7 почуттів» [3]. У запропонованому форматі його елементи застосовуються як структурований інструмент самоспостереження: учасники називають переживання, пов'язують їх із актуальними потребами, помічають особисті ресурси й формулюють доступні кроки. Метод розглядається як доповнення до психосоціальної підтримки, а не заміна діагностики, психотерапії чи спеціалізованого лікування.

Теоретичні засади очних ресурсних зустрічей

Групова зустріч поєднує індивідуальний та міжособистісний виміри відновлення. На індивідуальному рівні учасник отримує час для визначення власного стану; на міжособистісному — досвід уважного слухання, взаємного визнання й обміну способами подолання труднощів. Теорія самодетермінації наголошує на важливості автономії, компетентності та пов'язаності з іншими для психологічного благополуччя [4]. Відповідно, фасилітатор підтримує право людини мовчати, пропонувати власний спосіб участі та обирати посильні для себе дії.

З огляду на дослідження життєстійкості після тяжких подій реакції людей на втрату й загрозу є різноманітними; єдиного «правильного» темпу відновлення не існує [5]. Тому в групі важливо уникати порівняння переживань і вимоги швидко перейти до позитивного мислення. Пропоновані вправи фокусуються на прийнятті актуального стану та усвідомленні можливостей, доступних людині сьогодні.

Для ведучої суттєвими є емоційна чутливість, здатність зберігати рамки групи та гнучкість у реагуванні на різні потреби. Праця В. Савчука, Т. Дунаєвської та М. Поленкової про психологію лідера й командування висвітлює роль лідерської взаємодії у формуванні команди [6]. У контексті груп переселенців ці положення можна використати для осмислення ролі фасилітатора: він організовує спільну діяльність, розподіляє увагу між учасниками та підтримує горизонтальні зв'язки, не ставлячи власний досвід у центр обговорення.

Окреме місце посідає чутливість до невербальних реакцій учасників і здатність професійно поєднувати спостереження з перевіркою власних

припущень. У дослідженні Т. Дунаєвської емоційно-інтуїтивних підходів у коучингу розглянуто поєднання емоційної обізнаності, емпатії та інтуїтивного сприйняття у професійних контекстах [7]. Для очної ресурсної зустрічі це означає, що ведуча може помічати зміни темпу мовлення чи поведінки, але уточнює потреби запитаннями й залишає за учасником право самостійно визначати свій стан.

Практична модель очної ресурсної зустрічі

Пропонується модульний формат тривалістю орієнтовно 75–90 хвилин для невеликої групи дорослих. Тривалість і кількість учасників слід визначати з урахуванням запиту конкретної громади, можливостей приміщення та кваліфікації ведучої. До початку зустрічі учасників ознайомлюють з її метою, добровільним характером роботи, правилами конфіденційності та межами їх забезпечення у групі. Публічне розповідання травматичних історій не є умовою участі.

Перший етап — знайомство і створення безпечних рамок (10–15 хв). Ведуча пропонує коротке представлення та нейтральне запитання про те, що сьогодні може підтримати людину. Далі група погоджує правила: говорити від першої особи, слухати без оцінювання, утримуватися від непроханих порад, дбати про власний комфорт і залишати за собою право на паузу. На цьому етапі корисно показати доступні способи самопідтримки та місцеві контакти фахової допомоги.

Другий етап — орієнтація на теперішній момент (10 хв). Учасникам пропонують звернути увагу на відчуття опори, навколишні предмети та поточні тілесні сигнали. Такі короткі вправи перегукуються з рекомендаціями ВООЗ щодо практик заземлення й помічання переживань у стресових обставинах [8]. Кожна вправа залишається добровільною: людина може спостерігати, виконувати її із заплющеними або розплющеними очима чи обрати інший комфортний спосіб участі.

Третій етап — дослідження почуттів за мотивами ELNM (20–25 хв). Ведуча пропонує учасникам назвати почуття, які найбільше присутні зараз, і, за бажання, позначити їх словами або кольорами на індивідуальному аркуші. Замість оцінювання почуттів як «добрих» чи «поганих» акцент робиться на тому, яку інформацію кожне переживання дає про потреби людини. Сім рівнів авторської моделі можуть слугувати орієнтиром для рефлексії; повний алгоритм методу потребує дотримання авторського опису [3].

Четвертий етап — пошук ресурсів у контакті з групою (15–20 хв). У парах або трійках учасники можуть обговорити запитання: «Що підтримувало мене раніше?», «На кого я можу спертися сьогодні?», «Яку власну дію я хотів би повернути у щоденне життя?». На завершення кожен за бажанням називає один доступний ресурс: коротку прогулянку, спілкування, творче заняття, консультацію чи інший обраний спосіб турботи про себе. Завдання ведучої — підкреслювати різноманітність ресурсів, а не формувати єдиний перелік «правильних» відповідей.

П'ятий етап — перенесення досвіду у повсякденне життя (10–15 хв). Кожен учасник формулює невеликий конкретний крок на найближчі дні та визначає, яка підтримка потрібна для його реалізації. Завершення передбачає коротке добровільне коло рефлексії та інформацію про наступні зустрічі. Фасилітатор також має передбачити можливість індивідуального звернення після групової роботи, якщо певна тема викликала сильні переживання.

Родинний контекст і міжпоколінна підтримка

Переселення відбивається на стосунках дорослих із дітьми: змінюються правила щоденного життя, освітнє середовище й коло друзів. Тому ресурсні зустрічі для дорослих можуть включати обговорення емоційної присутності батьків, уміння називати власні переживання без перекладання відповідальності на дитину та створення простих сімейних ритуалів підтримки. У методологічній статті Т. Дунаєвської досліджено адаптацію ELHM до роботи з емоційним станом матері та окреслено можливі наслідки для взаємодії матері й дитини та емоційного середовища родини [9]. Ця праця пропонує структуру індивідуального коучингового супроводу; її результати варто відрізнити від перевіреної емпіричної ефективності. Окремо Ю. Малик розглядає застосування ELHM для формування емоційної компетентності дітей дошкільного віку [10]. Обидві роботи доповнюють родинний вимір підтримки, однак самі собою не доводять результативності очних ресурсних зустрічей для переселенців.

Якщо в очній групі порушуються теми батьківства, ведуча може запропонувати рефлексію: «Яке почуття я хочу допомогти дитині назвати?», «Якою короткою фразою можу показати, що чую її?». Водночас заняття з дітьми потребують окремої програми, вікової адаптації, згоди законних представників та відповідної підготовки фахівців.

Умови безпечного впровадження та оцінювання

Перед початком роботи слід оцінити доступність приміщення, можливість конфіденційної розмови, мовні потреби та реальні бар'єри для участі. Для людей із вираженим дистресом, суїцидальними думками або ознаками тяжких психічних розладів потрібні окремі маршрути звернення до відповідних фахівців. Фасилітатор має знати місцеву мережу психосоціальної, соціальної та медичної допомоги. Такий підхід відповідає принципу багаторівневої підтримки в надзвичайних ситуаціях [1].

Для оцінювання формату доцільно відокремлювати задоволеність зустріччю від реальних змін психологічного стану. Після заняття можна анонімно запитати, чи був формат безпечним і зрозумілим, які вправи учасник вважає корисними та чи хотів би відвідати наступну зустріч. Якщо метою подальшого дослідження стане перевірка результативності ELHM, слід заздалегідь визначити критерії включення, стандартизовані показники до і після циклу зустрічей, термін повторного вимірювання, порядок отримання інформованої згоди й захисту персональних даних. Дослідження Т. Дунаєвської щодо індивідуальної роботи з жінками під час розлучення можна врахувати як приклад іншого контексту використання ELHM, не ототожнюючи його результати з роботою серед ВПО [11].

Окремим напрямом підтримки сімей переселенців є взаємодія з освітнім середовищем. У статті Т. Дунаєвської про педагогічні технології формування усвідомленості та емоційної стійкості розглянуто значення емоційної грамотності, емпатії й саморефлексії педагога для атмосфери довіри в освітньому процесі [12]. Ці положення можуть доповнювати ресурсні зустрічі, коли батьки обговорюють адаптацію дітей до нової школи та способи співпраці з учителями.

Висновки

Очні ресурсні зустрічі для внутрішньо переміщених осіб можуть поєднувати доступну емоційну підтримку, зміцнення соціальних зв'язків і розвиток уважності до власних почуттів. На відміну від суто інформаційного заняття, запропонована модель передбачає послідовний перехід від створення безпечного групового простору до індивідуальної рефлексії, взаємної підтримки й конкретних кроків у повсякденному житті.

Елементи ELHM створюють змістову основу для дослідження переживань без нав'язування учасникам бажаного емоційного стану. Перспективним напрямом є апробація окресленої програми в громадах із подальшим етичним і методологічно коректним оцінюванням її прийнятності та результатів. Особливої уваги потребують доступність зустрічей для людей із різним досвідом переселення, підготовка фасилітаторів і організація маршрутів спеціалізованої допомоги.

Список літератури

1. Inter-Agency Standing Committee. IASC Guidelines on Mental Health and Psychosocial Support in Emergency Settings. Geneva: IASC, 2007. URL: <https://www.who.int/docs/default-source/documents/guidelines-iasc-mental-health-psychosocial-june-2007.pdf>

2. Павлюченко М. В. Психологічна допомога переселенцям у період війни: теоретико-практичне обґрунтування застосування методу «Emotional-Level Happiness Management» (ELHM) у ресурсних психологічних зустрічах. Digitalization and Sustainable Development: From Technology to Society: Proceedings of the XI International Scientific and Practical Conference. Florence, 17–20 March 2026. International Science Group, 2026. С. 146–153. DOI: <https://doi.org/10.46299/ISG.2026.1.11>

3. Dunaievska T. Emotional-Level Happiness Management (ELHM): The 7 Feelings System for Emotional Regulation and Personal Transformation: monograph. Boston, 2026. DOI: <https://doi.org/10.46299/979-8-90600-150-4>

4. Ryan R. M., Deci E. L. Self-Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-Being. American Psychologist. 2000. Vol. 55, No. 1. P. 68–78. DOI: <https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68>

5. Bonanno G. A. Loss, Trauma, and Human Resilience: Have We Underestimated the Human Capacity to Thrive After Extremely Aversive Events? American Psychologist. 2004. Vol. 59, No. 1. P. 20–28. DOI: <https://doi.org/10.1037/0003-066X.59.1.20>

6. Савчук В. О., Дунаєвська Т. О., Поленкова М. В. Психологія лідера та командування. Гуманітарний форум. 2025. Т. 3, № 2. С. 67–76. DOI: [https://doi.org/10.60022/3\(2\)-9-GF](https://doi.org/10.60022/3(2)-9-GF)
7. Dunaievskia T. Emotional–Intuitive Approaches in Coaching: Barriers and Professional Identity of Women Coaches in Academic and Corporate Contexts. *Economics & Education*. 2026. Vol. 11, No. 1. P. 57–65. DOI: <https://doi.org/10.30525/2500-946X/2026-1-9>
8. World Health Organization. *Doing What Matters in Times of Stress: An Illustrated Guide*. Geneva: WHO, 2020. URL: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240003927>
9. Dunaievskia 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: <https://doi.org/10.68388/aisi-jsi.v1i2-3.05>
10. Malyk Y. Application of the Emotional-Level Happiness Management Method in the Formation of Emotional Competence in Preschool Children. *New Paradigms of Interdisciplinary Research: Theories, Ideas and Developments: Proceedings of the XIX International Scientific and Practical Conference*. Prague, 2026. DOI: <https://doi.org/10.46299/ISG.2026.1.19>
11. Dunaievskia 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: <https://doi.org/10.46299/j.isjel.20260503.02>
12. Дунаєвська Т. О. Педагогічні технології формування усвідомленості та емоційної стійкості в освітньому процесі. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2025. № 221. С. 169–173. DOI: <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2025-1-221-169-173>

МОДЕЛЬ ОЦІНЮВАННЯ ДОВІРИ ДО РЕЗУЛЬТАТУ АВТОМАТИЗОВАНОГО ТЕСТУВАННЯ ЗА НАЯВНОСТІ НЕСТАБІЛЬНИХ ТЕСТІВ

Чижевич Владислав Олексійович,
аспірант

Луцький національний технічний університет, Україна

Постановка проблеми. Нестабільним називають тест, який на одному й тому самому коді може проходити як успішно, так і неуспішно [1, 2]. У великих проєктах такі тести можуть зустрічатися досить часто і заважати розробникам, оскільки незрозуміло, чи неуспішний тест вказує на реальну помилку, чи це випадковий збій [3, 4]. Поширеною реакцією команд є перезапуск тесту, доки він не пройде успішно [3]. Але такий підхід не усуває причину нестабільності. Крім того, успіх після декількох спроб вважається рівноцінним успіху з першої спроби, хоча насправді ці ситуації дають різну інформацію. Проте загальноприйнятої моделі, яка б дозволяла кількісно врахувати цю різницю, немає. Тому метою роботи є опис формальної моделі, яка дозволяє оцінити результати тестування за двома критеріями. По-перше, наскільки можна довіряти успішному результату тестування, якщо частина тестів нестабільна? По-друге, скільки успішних запусків потрібно, щоб досягти заданого рівня довіри?

Побудова моделі. Будемо вважати, що система може перебувати лише в одному з двох станів: або вона коректна (позначимо цей стан C), або містить дефект. Ще до запуску тестів ми маємо початкову оцінку π — ймовірність того, що система коректна. Її можна отримати з характеристик зміни коду, наприклад, з її розміру та історії дефектів у змінених файлах. Сам тест описуємо двома параметрами. Перший — ймовірність хибної невдачі α , тобто ймовірність того, що тест буде неуспішним, хоча система коректна. Другий — ймовірність пропуску дефекту β , тобто ймовірність того, що тест пройде, хоча система містить дефект. Пропуск можливий, бо дефект має не лише бути виявлений тестом, а й вплинути на результат, який тест перевіряє [5]. Для оцінки параметра α візьмемо неуспішні виконання тесту на коді, який не змінювався. Для параметра β використаємо частку дефектів, які тест пропустив і які були знайдені пізніше. Обидва ці параметри можна оцінити за історією запусків і змін коду.

Для зручності замість ймовірності будемо використовувати шанси як відношення ймовірності того, що система коректна, до ймовірності того, що вона містить дефект: $O = P / (1 - P)$. Перевага використання шансів у тому, що з ними теорема Байєса має дуже просту форму: шанси після спостереження дорівнюють шансам до спостереження, помноженим на відношення правдоподібності $L(r)$. Для одного запуску з результатом r маємо:

$$O(C | r) = [\pi / (1 - \pi)] \cdot L(r). \quad (1)$$

Тут $\pi / (1 - \pi)$ — початкові шанси того, що система коректна, а $O(C | r)$ — шанси після того, як ми побачили результат запуску r (успіх або невдача). Відношення правдоподібності $L(r)$ показує, у скільки разів результат r ймовірніший для коректної системи, ніж для системи з дефектом: $L(r) = P(r | C) / P(r | \text{дефект})$. Для тесту з параметрами α і β отримуємо:

$$L(\text{успіх}) = (1 - \alpha) / \beta; \quad L(\text{невдача}) = \alpha / (1 - \beta). \quad (2)$$

Формула (2) показує, що якщо система коректна, тест проходить з ймовірністю $1 - \alpha$, а якщо вона містить дефект, то з ймовірністю β . Відношення цих двох чисел і є $L(\text{успіх})$. Аналогічно, невдача на коректній системі має ймовірність α , а на дефектній відповідно $1 - \beta$. Якщо $L > 1$, результат збільшує шанси коректності, якщо $L < 1$, тоді зменшує, а якщо $L = 1$, то не змінює нічого.

Тепер розглянемо серію з n запусків, з яких k завершилися успішно, а $n - k$ були невдалими. Припустимо, що запуски умовно незалежні і результат одного запуску не впливає на результат іншого. Тоді відношення правдоподібності окремих запусків просто перемножуються, і ймовірність коректності після всієї серії дорівнює:

$$P(C | k, n) = \pi(1 - \alpha)^k \alpha^{n-k} / [\pi(1 - \alpha)^k \alpha^{n-k} + (1 - \pi)\beta^k (1 - \beta)^{n-k}]. \quad (3)$$

Чисельник формули (3) — це ймовірність отримати саме такі результати, якщо система коректна (k успіхів з ймовірністю $1 - \alpha$ кожен і $n - k$ невдач з ймовірністю α кожна), помножена на початкову ймовірність π . Другий доданок у знаменнику — те саме для системи з дефектом: k успіхів з ймовірністю β , $n - k$ невдач з ймовірністю $1 - \beta$, помножене на $1 - \pi$. Отже, формула порівнює, наскільки добре кожен із двох станів пояснює те, що ми спостерігали. Результат залежить лише від кількості успіхів і невдач, а не від їхнього порядку. Величину $P(C | k, n)$ пропонуємо використовувати як показник довіри до коректності системи за результатами тестування. Вона описує, наскільки ми впевнені в коректності системи на основі наявних даних.

З формули (2) випливає важливий висновок. Успішний запуск підвищує довіру лише тоді, коли тест проходить на коректній системі частіше, ніж на дефектній. Якщо ж β близьке до $1 - \alpha$, то тест майже не розрізняє коректну і дефектну систему, і кожен наступний успішний запуск майже нічого не змінює. Звідси випливає, що перезапуски не можуть компенсувати тест, який погано виявляє дефекти.

Ще одним важливим питанням є кількість поспіль успішних запусків, необхідна для досягнення заданого рівня довіри τ . Якщо всі запуски успішні ($n = k$), то за формулами (1) і (2) шанси коректності після k запусків дорівнюють $[\pi / (1 - \pi)] \cdot [(1 - \alpha) / \beta]^k$. Ймовірність коректності буде не меншою за τ тоді, коли ці шанси не менші за $\tau / (1 - \tau)$. Прологарифмувавши цю нерівність, отримуємо:

$$k \geq \ln[\tau(1 - \pi) / ((1 - \tau)\pi)] / \ln[(1 - \alpha) / \beta]. \quad (4)$$

З формули (4) випливає, що зі зростанням заданого рівня довіри τ відносно початкового рівня π кількість необхідних успішних запусків збільшується. Так само кількість запусків залежить від відношення $(1 - \alpha) / \beta$, чим ближче воно до одиниці, тим більше зростає кількість необхідних запусків. Якщо ж $1 - \alpha \leq \beta$, заданого рівня довіри не вдасться досягти за жодної кількості запусків.

Аналіз практики перезапущів. Запропонована модель дозволяє оцінити поширену практику «перезапустити тест, доки він не пройде». Розглянемо ситуацію, коли тест спочатку завершився невдало, а після перезапуску пройшов успішно ($n = 2$, $k = 1$). Відношення правдоподібності для такої пари результатів дорівнює добутку двох множників із формули (2):

$$L(\text{невдача, успіх}) = [\alpha / (1 - \beta)] \cdot [(1 - \alpha) / \beta] = \alpha(1 - \alpha) / [\beta(1 - \beta)]. \quad (5)$$

Якщо $\alpha < \beta < 0,5$, то для такої пари результатів $L < 1$, тобто довіра до системи стає нижчою, ніж була до запуску тестів. Якщо ж враховувати лише останній, успішний результат, то довіра буде зростати. Таким чином, врахування тільки останнього запуску завищує довіру до системи. Але причини нестабільності часто пов'язані із середовищем виконання, наприклад, із зовнішніми залежностями або паралельністю процесів [4]. Тому повторні запуски в тому самому середовищі можуть бути залежними один від одного. Через це реальна кількість незалежних спостережень менша за n , і значення k з формули (4) слід розглядати як нижню межу.

Висновки. Було запропоновано модель, яка дозволяє оцінити довіру до коректності системи на основі історії автоматизованого тестування та початкової оцінки ризику зміни. Важливим висновком є необхідність врахування всієї серії результатів тестування, щоб отримати більш точну оцінку. У подальших роботах планується оцінити параметри α і β за журналами СІ реальних проєктів і включити показник довіри до комплексної оцінки якості програмного забезпечення.

Список літератури

1. Q. Luo, F. Hariri, L. Eloussi, and D. Marinov, "An empirical analysis of flaky tests," in *Proc. 22nd ACM SIGSOFT Int. Symp. Found. Softw. Eng. (FSE)*, Hong Kong, China, 2014, pp. 643–653, doi: 10.1145/2635868.2635920.
2. O. Parry, G. M. Kapfhammer, M. Hilton, and P. McMinn, "A survey of flaky tests," *ACM Trans. Softw. Eng. Methodol.*, vol. 31, no. 1, Art. no. 17, pp. 1–74, Oct. 2021, doi: 10.1145/3476105.
3. M. Eck, F. Palomba, M. Castelluccio, and A. Bacchelli, "Understanding flaky tests: The developer's perspective," in *Proc. 27th ACM Joint Meeting Eur. Softw. Eng. Conf. Symp. Found. Softw. Eng. (ESEC/FSE)*, Tallinn, Estonia, 2019, pp. 830–840, doi: 10.1145/3338906.3338945.

4. W. Lam, P. Godefroid, S. Nath, A. Santhiar, and S. Thummalapenta, “Root causing flaky tests in a large-scale industrial setting,” in *Proc. 28th ACM SIGSOFT Int. Symp. Softw. Testing Anal. (ISSTA)*, Beijing, China, 2019, pp. 101–111, doi: 10.1145/3293882.3330570.

5. P. Ammann and J. Offutt, *Introduction to Software Testing*, 2nd ed. Cambridge, U.K.: Cambridge Univ. Press, 2017, doi: 10.1017/9781316771273.

KEY DIRECTIONS FOR TOURISM DEVELOPMENT IN UKRAINE AMIDST MODERN CHALLENGES

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

Nalyvaichuk Elizaveta,

undergraduate student,
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

The tourism industry is one of the most dynamic components of the global economy, yet it is also highly sensitive to external shocks, crises, and geopolitical shifts. For Ukraine, the current stage of tourism development is marked by unprecedented challenges stemming from the full-scale war, infrastructure destruction, a decline in international tourist flows, and changing consumer behavior. At the same time, these crisis conditions highlight the need for new operational models for the industry—models grounded in adaptability, innovation, digitalization, and social responsibility. Consequently, examining strategic directions for tourism development in Ukraine holds both theoretical and practical significance for the formulation of state and regional recovery programs [1].

In the current environment, the national market for tourism services has undergone a structural transformation. Traditional segments of mass outbound and inbound tourism have contracted significantly, while domestic tourism has emerged as a priority [2]. As noted in academic studies, the domestic market has become a key driver for the survival and support of hospitality industry enterprises, stimulating the development of regional economies as well as small and medium-sized businesses.

An analysis of the current market situation makes it possible to identify several key directions for tourism development in Ukraine:

1. *Diversification of tourism products and development of niche sectors.* Modern consumer preferences have shifted towards safety, local experiences, and emotional engagement. Gaining particular popularity are:

- recreational and wellness tourism in relatively safe regions (Zakarpattia, Ivano-Frankivsk, and Chernivtsi regions);
- gastronomic and craft tourism, bringing together local producers, winemakers, and regional culinary traditions;
- ethnographic and cultural tourism focused on exploring intangible cultural heritage;
- industrial and urban tourism (sustainable urban exploration formats and updated tour routes in cities located in the rear).

2. *Digitalization and technological modernization.* Today, information technologies serve not merely as a promotional tool but as a fundamental prerequisite for the operation of the tourism business. Digitalization initiatives encompass the creation of national and regional tourism portals, the implementation of electronic booking systems, the development of virtual 3D tours of museums and historical sites, and the use of interactive mobile applications for travelers. Digital solutions enable increased market transparency, cost optimization, and improved service quality.

3. *Implementation of the sustainable development concept (Sustainable Tourism).* The restoration of Ukraine's tourism infrastructure must be carried out in compliance with European Union environmental standards. This entails reducing the human impact on natural ecosystems, developing green rural tourism, ensuring the energy efficiency of accommodation facilities, and preserving biodiversity in national nature parks and biosphere reserves.

4. *Creating an inclusive environment.* The war and its consequences have brought the issue of tourism infrastructure accessibility for veterans, persons with disabilities, and people with limited mobility to the forefront. Barrier-free accessibility is becoming a mandatory standard for hotels, restaurants, museums, and transport networks.

5. *Human resource potential and education in the tourism sector.* Changing market conditions necessitate a transformation in approaches to professional training. A modern tourism and recreation specialist must possess skills in crisis management, digital marketing, and project management, as well as a deep understanding of European integration processes.

In summary, the strategy for tourism development in Ukraine at the current stage must be based on the synergy of government institutions, business, and the civil sector. The key vectors for recovery include ensuring tourist safety, the digitalization of services, the development of domestic and regional potential, adherence to environmental sustainability standards, and the integration of the Ukrainian tourism product into the European space. Achieving these objectives will make it possible not only to overcome the consequences of the crisis but also to create a competitive, innovative, and human-centric tourism industry of a European standard.

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

МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОТЕПЛОВОГО СТАНУ РОЗГАЛУЖЕНОГО ШИННОГО ВУЗЛА З ЛАТУННИМИ КОНТАКТНИМИ ВСТАВКАМИ

Кириченко Олександр Сергійович,

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри судноводіння та експлуатації
технічних систем на водному транспорті
Відокремлений структурний підрозділ «Дунайський інститут
водного транспорту Національного транспортного університету»

Рихлік Микита Олександрович,

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
спеціальності J5 (271) Морський та внутрішній водний транспорт
Відокремлений структурний підрозділ «Дунайський інститут
водного транспорту Національного транспортного університету»

Одними з основних елементів розподільної частини електроенергетичних систем на транспорті є струмопровідні шини. Ділянкам струмопровідних шин з відгалуженнями та контактними з'єднаннями слід приділяти особливу увагу. Вони характеризуються нерівномірністю в розподілі основних робочих електричних і теплових параметрів. Тому задля запобігання можливим пошкодженням і відмовам даного обладнання транспортних систем слід проводити електротеплове моделювання з урахуванням властивостей використаних матеріалів та їх електрохімічної сумісності [1-4].

Для дослідження сформовано тривимірну геометричну модель розгалуженого вузла струмопровідних шин (рис. 1, а, б) з урахуванням вимог [5]. Основну магістральну шину прямокутного перерізу 50×5 мм виконано з технічно чистого алюмінію EN AW-1050A у нагартваному стані H19, що характеризується підвищеним ступенем зміцнення внаслідок холодної пластичної деформації. До основної шини приєднано дві шини з безкисневої високоочищеної міді Cu-OFE (UNS C10100) прямокутного перерізу 50×5 мм та 30×5 мм. Між алюмінієвою та мідними шинами встановлено циліндричні контактні вставки Ø50 і Ø30 мм відповідно, товщиною 4 мм, з центральним отвором Ø12 мм під болтове кріплення. Контактні вставки виготовлені з латуні CuZn30 (UNS C26000), що містить приблизно 70 % міді та 30 % цинку. Тримачі шин виконано з електроізоляційного матеріалу на основі епоксидної смоли. З'єднання шин і латунних вставок між ними виконано за допомогою болтового кріплення з болтом M12 довжиною 40 мм.

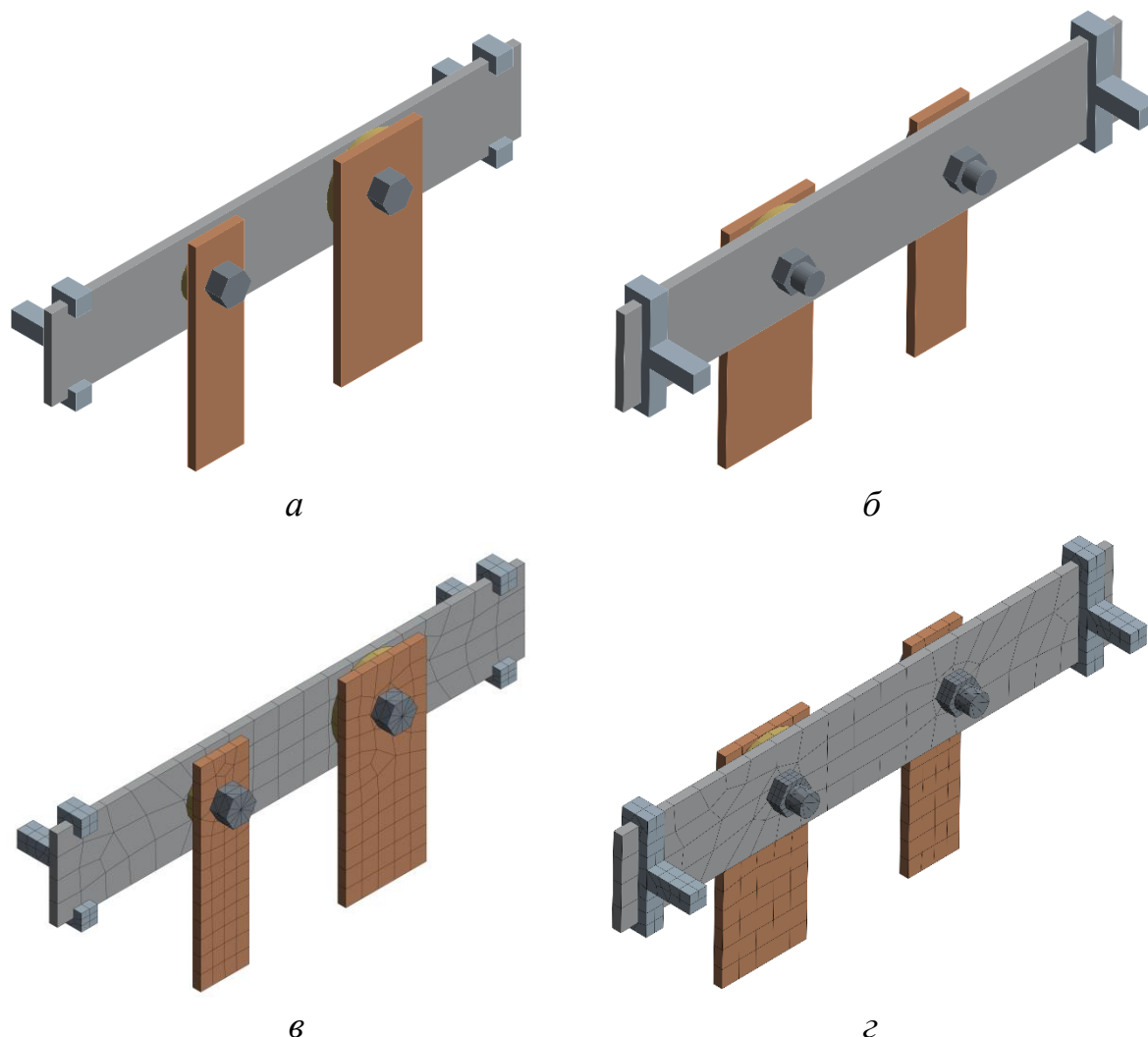


Рисунок 1. Геометрична (*a, б*) та розрахункова (*в, г*) моделі розгалуженого вузла струмопровідних шин із латунними контактними вставками між основною алюмінієвою та двома мідними шинами:
a, в – фронтальний вигляд; *б, г* – тильний вигляд
Джерело рисунка: розроблено авторами

На основі геометричної моделі побудовано розрахункову модель (рис. 1, *в, г*) та виконано стаціонарний зв'язаний електротепловий розрахунок методом скінченних елементів [1-3]. На вхідному торці основної магістральної алюмінієвої шини задавали струм 300 А. На одному вихідному торці алюмінієвої та кінцевих торцях двох мідних шин задавали нульовий електричний потенціал. Така постановка забезпечує розподіл струму між трьома шляхами його проходження відповідно до їх електричних опорів. Тепловиділення в струмопровідних елементах визначалося з урахуванням джоулевих втрат.

Тепловідведення від поверхонь моделі враховано шляхом задання природної конвекції з коефіцієнтом тепловіддачі $h=10 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ за температури навколишнього середовища $t_{\text{oc}}=20 \text{ }^\circ\text{C}$. Додаткові температурні граничні умови не задавали. Для візуалізації результатів використано кольорову шкалу, в якій синій

колір відповідає мінімальним, зелений – середнім, а червоний – максимальним значенням досліджуваних величин (рис. 2).

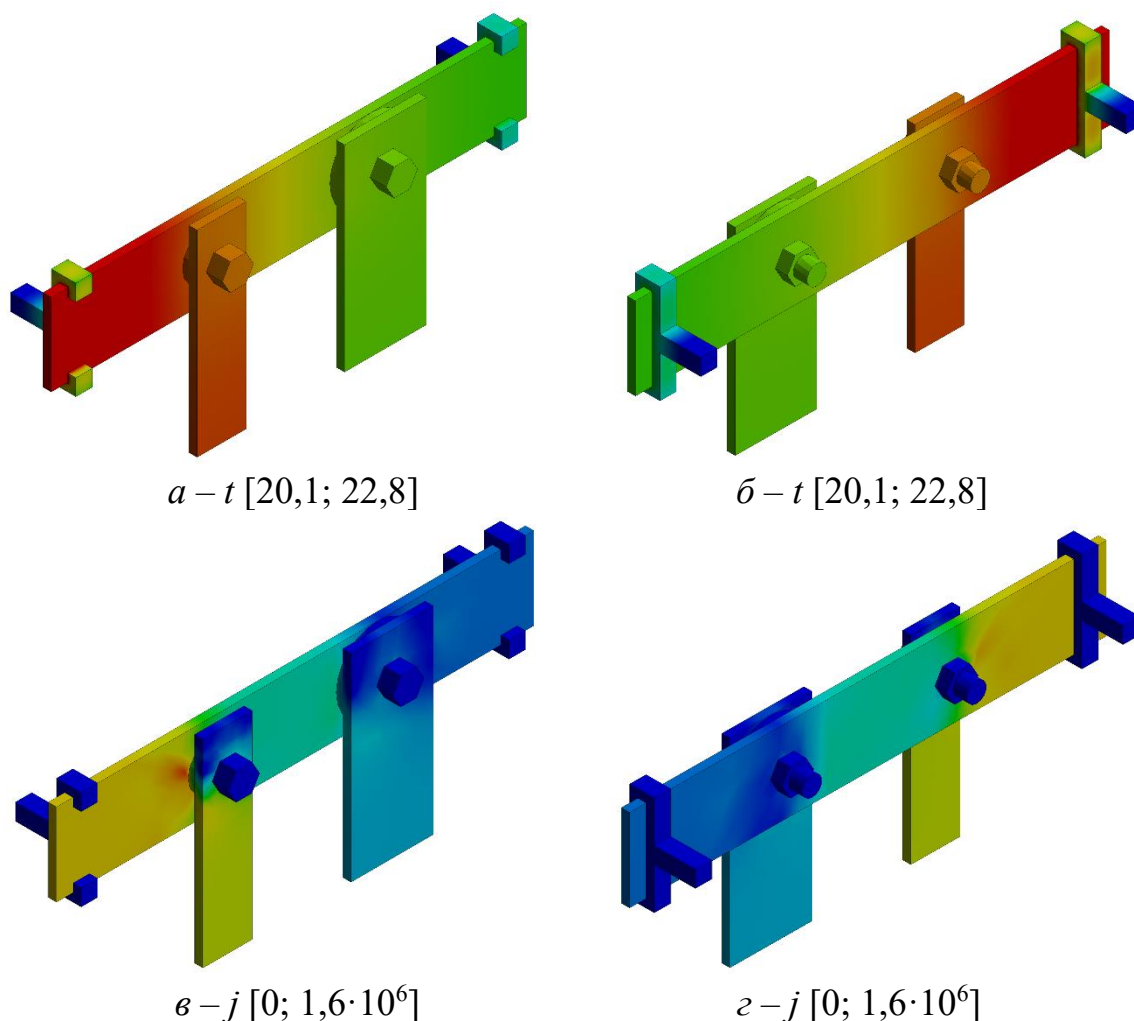


Рисунок 2. Результати моделювання температури t [°C] ($a, б$) і густини струму j [A/m²] ($в, г$) розгалуженого вузла струмопровідних шин із латунними контактними вставками між основною алюмінієвою та двома мідними шинами при струмі 300 А за умов природної конвекції:
 $a, в$ – фронтальний вигляд; $б, г$ – тильний вигляд

Джерело рисунка: розроблено авторами

За результатами моделювання встановлено нерівномірний характер розподілу густини струму в розгалуженому вузлі. Найбільш виражені локальні зміни спостерігаються в областях відгалужень і контактного з'єднання мідних шин через латунні вставки з основною магістральною алюмінієвою шиною. Максимальне значення густини струму становить близько $1,60 \cdot 10^6$ A/m², тоді як в електроізоляційних елементах кріплення густина струму практично дорівнює нулю (рис. 2, $в, г$).

Температурне поле також має нерівномірний характер. За заданого струму та умов природної конвекції температура елементів вузла перебуває в межах приблизно 20,1-22,8 °C (рис. 2, $a, б$). Найбільш нагріті ділянки відповідають

областям з підвищеним електротепловим навантаженням, тоді як температура віддалених ділянок шин наближається до температури навколишнього середовища.

Отже, застосування чисельного моделювання дає змогу визначити особливості розподілу густини струму й температури в розгалужених вузлах струмопровідних шин та локалізувати ділянки підвищеного електротеплового навантаження. Отримані результати можуть бути використані для оцінювання та вдосконалення конструкції контактних з'єднань струмопровідних шин електроенергетичних систем транспортних засобів.

Список літератури

1. Кириченко О.С., Костюченко В.І., Захаров Д.О. Моделювання стаціонарних теплових полів струмопровідних шин різного профілю. // Енергетика та комп'ютерно-інтегровані технології в АПК: науково-технічний журнал. Харків: ХНТУСГ ім. Петра Василенка, 2017. № 1 (6). С. 60-63.
2. Тараненко С.В., Кириченко О.С., Чередник В.М., Колесник В.В., Пріступа С.В., Пастух О.В. Аналіз електродинамічної стійкості ізоляторів і струмопровідних шин суднового ГРЩ в режимі короткого замикання. // Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки: науковий журнал. Київ, 2025. Т. 36 (75). Ч. 1. № 3. С. 383-390. DOI: <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2025.3.1/50>
3. Тараненко С.В., Кириченко О.С., Колесник В.В., Костюченко В.І., Пріступа С.В., Пастух О.В., Голубева С.М. Моделювання стаціонарного теплового поля струмопровідних шин судових ГРЩ. // Водний транспорт: збірник наукових праць Державного університету інфраструктури та технологій. Київ: ДУІТ, 2021. Вип. 3 (34). С. 13-21.
4. Кириченко О.С., Сидорика І.М., Марченко Д.Д. Електротепловий аналіз елементів навчально-дослідного стенду електротехнічної лабораторії. // Вісник аграрної науки Причорномор'я: науково-теоретичний фаховий журнал. Миколаїв, 2017. Вип. 4 (96). С. 168-176.
5. ДСТУ EN 61534-1:2019. Системи шинопроводів. Частина 1. Загальні вимоги (EN 61534-1:2011 + A1:2014, IDT). Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2021. 57 с.

The authors of the V International Scientific and Practical Conference «Transformational processes in science: global experience and local solutions» 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.

TRANSFORMATIONAL PROCESSES IN SCIENCE: GLOBAL EXPERIENCE AND LOCAL SOLUTIONS

Scientific publications

Proceedings of the V International Scientific and Practical Conference
«Transformational processes in science: global experience and local solutions»,
Prague, Czech Republic. 147 p.
(October 6–9, 2026)

UDC 01.1

ISBN – 979-8-90600-149-8

DOI – 10.46299/ISG.2026.2.5

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: Pryimak L. Conceptual principles for the management of aircraft and ground support equipment surface movement at aerodromes (part I). Proceedings of the V International Scientific and Practical Conference. Prague, Czech Republic. 2026. Pp. 16-20 URL: <https://isg-konf.com/transformational-processes-in-science-global-experience-and-local-solutions/>